

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.02** Аналитическая химия полимеров

Учебный план: 2024-2025 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОО №1-1-93.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: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
5	УП	34	34	49	27	4	Экзамен
	РПД	34	34	49	27	4	
Итого	УП	34	34	49	27	4	
	РПД	34	34	49	27	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):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Сверлова  
Ивановна

Наталия

Ассистент

\_\_\_\_\_

Уварова  
Федоровна

Надежда

От кафедры составителя:

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

\_\_\_\_\_

Асташкина  
Владимировна

Ольга

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Асташкина  
Владимировна

Ольга

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области изучения структуры и состава макромолекул полимеров

**1.2 Задачи дисциплины:**

- рассмотреть теоретические основы закономерности изменения свойств полимеров от воздействия на них различных факторов
- рассмотреть современные методы исследования структуры и свойств полимеров
- сформировать целостное представление об идентификации полимеров с помощью современных химических, физических и физико-химических методов анализа
- расширить кругозор будущего специалиста за счет усвоения важнейших научных положений в процессе творческой работы с научно-технической литературой по химии высокомолекулярных соединений и смежным наукам
- сформировать современный подход к оперативному аналитическому контролю технологических процессов производства изделий из полимеров

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

Коллоидная химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Общая и неорганическая химия

Органическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2: Способен разрабатывать опытные образцы наноструктурированных композиционных материалов</b>
<b>Знать:</b> Основы физических, физико-химических и химических методов оценки свойств полимерных материалов
<b>Уметь:</b> Использовать методики и приборную технику для проведения анализа структуры и свойств полимеров
<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 (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Аналитические методы исследования синтеза высокомолекулярных соединений						
Тема 1. Введение. История становления современной аналитической химии полимеров Лабораторная работа: Знакомство с правилами техники безопасности. Правила ведения рабочего журнала, оформляемого в соответствии с правилами метрологии и стандартизации.	5	4	2	9		Ко
Тема 2. Химия и физика высокомолекулярных соединений во взаимосвязи с современными инструментальными и аналитическими методами исследования полимеров. Лабораторная работа: Молекулярная масса полимеров.		4	2	9		

<p>Тема 3. Методы исследования процессов получения и химических свойств полимеров. Методы изучения процессов полимеризации, поликонденсации, способы исследования сополимеризации.</p> <p>Лабораторная работа: Молекулярно-массовое распределение Вискозиметрический метод определения молекулярной массы полимеров.</p>	4	2	8		
<p>Тема 4. Методы исследования реакций в цепях полимеров: определение состава продуктов деструкции. Исследование механизма деструкции с помощью термических и оптических методов анализа. Химические методы исследования макромолекулярных реакций в цепях полимеров.</p> <p>Лабораторная работа: Оценка полидисперсности макромолекул полимера методом турбидиметрического титрования.</p>	4	4	8	ГД	
<p>Раздел 2. Физико-химические методы исследования структуры и свойств полимеров.</p>					
<p>Тема 5. Фракционирование полимеров. Методы определения молекулярной массы. Химические методы определения молекулярной массы. Методы изучения структуры макромолекул, ближнего и дальнего конфигурального порядка. Оценка пространственной формы и гибкости макромолекул.</p> <p>Лабораторная работа: Исследование высокомолекулярных соединений</p> <p>Определение числа осаждения раствора диацетилцеллюлозы в ацетоне.</p> <p>Определение плотности полимеров</p>	4	2	4		Ко

<p>Тема 6. Методы исследования структуры физических, релаксационных состояний полимеров. Реологические методы исследования текучих составов полимеров. Рентгенография, электронография, инфракрасная спектроскопия, двулучепреломление и электронная микроскопия.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ полиамида</p> <p>Определение влаги в поликапроамиде</p> <p>Определение концевых аминогрупп.</p> <p>Определение низкомолекулярных соединений в полиамиде.</p>	4	3	4		
<p>Тема 7. Физические методы изучения структуры полимеров. Электронная спектроскопия, ИК-спектроскопия, метод ЯМР, рентгеноструктурный анализ полимеров.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ полиэтилентерефталата</p> <p>Определение основного вещества в этиленгликоле.</p>	4	4	7	ГД	

Раздел 3. Механические свойства полимеров					
Тема 8. Методы исследования механических свойств полимеров: прочности, деформации, релаксационных характеристик. Лабораторная работа: Анализ полиакрилонитрила. Гидродинамические исследования раствора гомо- и сополимеров акрилонитрила. Определение низкомолекулярных соединений в гомо- и сополимерах акрилонитрила.	4	5			Ко
Тема 9. Перспективы развития инструментальных методов анализа полимеров. Новейшие разработки в этой области. Лабораторная работа: Определение некоторых свойств полимеров. Поведение полимеров при термическом воздействии. Оценка химической устойчивости полимеров	2	10		ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	34	49		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	70,5		73,5		

#### 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-2	Описывает химическое строение, классификацию, основные свойства и способы синтеза или получения полимеров, химических волокон, высокомолекулярных веществ, нанобъектов, растворителей, связующих, композиционных материалов, особенности изучения и анализа их структуры и свойств/	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

	Сопоставляет различные варианты получения/синтеза полимеров, химических волокон, высокомолекулярных веществ, нанобъектов, растворителей, связующих, композиционных материалов и выбирает оптимальный с технико-экономической точки зрения Получает (синтезирует) полимеры, химические волокна, высокомолекулярные вещества, нанобъекты, растворители, связующие, а также разрабатывает и получает опытные образцы наноструктурированных композиционных материалов.	
--	---	--

##### 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 полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Ответ стандартный, в целом качественный	

3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы</p> <p>Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали</p> <p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. Имеются ошибки по нескольким темам, незнание важных терминов.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины</p> <p>Непонимание заданного вопроса.</p> <p>Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека</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 5	
1	Вопросы становления и развития аналитической химии полимеров
2	Методы определения стандартных характеристик полимеров.
3	Определения плотности полимеров.
4	Определения молекулярной массы полимеров методом вискозиметрии.
5	Полидисперсность полимеров. Фракционирование полимеров как метод оценки молекулярно-массового распределения.
6	Определения молекулярной массы полимеров методом светорассеяния.
7	Определения молекулярной массы полимеров методами криоскопии и эбулиоскопии
8	Методы определения молекулярной массы полимеров. Определение концевых групп в макромолекулах полимера.
9	Молекулярная масса полимеров, методы определения среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы.
10	Исследование спектров полимеров в ультрафиолетовой области.
11	Определение состава продуктов деструкции полимеров.
12	Определение элементного состава полимера. Определение азота методом Кьельдаля.
13	Методы исследования структуры полимеров, их физических релаксационных состояний.
14	Реологические методы исследования полимерных жидкостей.
15	Методы определения прочности полимеров и их деформационных свойств.
16	Исследование структуры и строения полимеров посредством электронной, ИК спектроскопии.
17	Области применения ядерной магнитно-резонансной спектроскопии (ЯМР) для исследования полимеров.
18	Рентгеноструктурный анализ полимеров

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

Объясните применение метода дробного осаждения для оценки молекулярной массы полимера.

Каждый полимер состоит из макромолекул различной длины. Поэтому молекулярная масса полимера является средне-статистической величиной и оценивается путем последовательного выделения фракций полимера из раствора с определенной молекулярной массой. Для этого в рабочий раствор полимера добавляют осадитель. Сначала выпадают самые крупные макромолекулы. После их отделения осаждается следующая фракция макромолекул с меньшей молекулярной массой и т.д. Количество фракций определяется в зависимости от заданной точности определения степени полидисперсности полимера. Результаты фракционирования изображают графически и по полученным данным проводят построение дифференциальной кривой молекулярно-массового распределения дифференциальной кривой молекулярно-массового распределения.

Объясните способы определения и необходимость удаления низкомолекулярных соединений (НМС) из состава полимера.

Определение низкомолекулярных соединений (НМС) в полимере проводят путем определения убыли массы образца полимера (массовый метод) после экстрагирования горячей водой. Требуется длительной сушки образца и дает хорошо воспроизводимые результаты. Удаление НМС необходимо для последующей переработки полимера в изделие, т.к. температура плавления НМС значительно отличается от температуры плавления ВМС. Присутствие НМС в полимере приведет к дефектам изделия.

### 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

- возможность пользоваться словарями, справочниками, иными материалами;
- время на подготовку 60 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>				
Хакимуллин, Ю. Н., Закирова, Л. Ю.	Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/109614.html">http://www.iprbookshop.ru/109614.html</a>
Хакимуллин, Ю. Н., Закирова, Л. Ю.	Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79597.html">http://www.iprbookshop.ru/79597.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Кузнецов А. Ю., Жуковский В. А., Лукичева Н. С., Свердлова Н. И., Хохлова В. А., Дианкина Н. В.	Физика и химия полимеров, синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2023200">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2023200</a>
Сашина Е. С., Яковлева О. И., Калугина М. С.	Химия полимеров	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202313">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202313</a>

В. А. Жуковский, Н. И. Свердлова, В. А. Хохлова, Л. М. Штягина	Физика и химия полимеров	Санкт-Петербург: 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>
Шипина, О. Т., Мингазова, В. К., Петров, В. А., Косточко, А. В.	Термический анализ в изучении полимеров	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/62010.html">http://www.iprbookshop.ru/62010.html</a>
Спицкий С. В.	Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2015811">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2015811</a>
Караулова И. Б., Мелешкова Г. И., Новоселов Г. А.	Организация самостоятельной работы обучающихся	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2014550">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2014550</a>
Васильев М. П., Свердлова Н. И., Хохлова В. А., Ширшова Е. П.	Физика и химия полимеров. Синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2602">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2602</a>
Вознесенский, Э. Ф., Шарифуллин, Ф. С., Абдуллин, И. Ш.	Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61986.html">http://www.iprbookshop.ru/61986.html</a>

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

- 1 Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
- 2 Научная электронная библиотека открытого доступа «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.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 аудиториях кафедры наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов, оборудованных необходимым оборудованием, приборами и реактивами.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска