

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31 мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы исследования полимеров

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.02.05 Методы исследования полимеров относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>ПК-1-н.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.</p> <p>ПК-1-н.2: Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.</p> <p>ПК-1-н.3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.</p>	<p>ПК-1-н.1:</p> <p>Владеть навыками проведения химического эксперимента по синтезу и модификации полимеров, а также современными физико-химическими методами анализа полимеров.</p> <p>Уметь осуществлять синтез высокомолекулярных соединений по реакциям радикальной полимеризации, поликонденсации и используя полимераналогичные превращения; описывать механизмы основных типов химических реакций с участием макромолекул; прогнозировать физико-химические свойства высокомолекулярных соединений; планировать проведение методов анализа по изучению свойств и структуры полимеров.</p> <p>Знать основные классы высокомолекулярных соединений и основные приемы их синтеза.</p> <p>ПК-1-н.2:</p> <p>Владеть навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и</p>	Опрос Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>естественнонаучных дисциплин для решения математических задач процессов полимеризации и сополимеризации.</p> <p>Уметь реализовывать современные подходы к синтезу новых высокомолекулярных соединений различного строения (линейного, разветвленного, линейно-дендритного) и применять современные методы исследования к конкретным полимерным системам в зависимости от их особенностей строения.</p> <p>Знать основные методы получения высокомолекулярных соединений, способы их очистки и идентификации, а также методы исследования физико-химических свойств и структуры полимеров.</p> <p>ПК-1-н.3:</p> <p>Владеть основными методами синтеза полимеров, навыками работы на современном оборудовании в рамках лабораторного практикума с использованием программного обеспечения (для обработки кривых молекулярно-массового распределения, полученных методом ГПХ - LCSolution, для построения изотерм поверхностного давления на установке KSVMini – KSVInstruments).</p> <p>Уметь рассчитывать состав реакционной смеси для проведения синтеза полимеров, самостоятельно проводить подбор операций по очистке полимеров (переосаждение, диализ, экстрагирование и т.д.), обрабатывать полученные экспериментальные результаты по идентификации полимеров</p>		
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

		<p>(расшифровка ИК-, УФ- и ЯМР-спектров), прогнозировать свойства полученных полимеров и уметь применять известные современные физико-химические методы анализа для получения комплекса свойств новых полимерных материалов; оформлять полученные результаты с использованием простейших компьютерных программ Word, Excel и ISIS Draw. Для идентификации ИК-спектров, полученных полимеров, уметь пользоваться справочной базой спектров программного обеспечения InfracumFT-801. Знать методологию создания новых полимерных материалов на основе взаимосвязи «состав – структура – свойство»</p>		
<p>ПК-1-т: Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ПК-1-т.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР.</p>	<p>ПК-1-т.1: Владеть современной базой технологических решений. Уметь применять новые или усовершенствованные процессы для выполнения производственных и научных задач. Знать основные тенденции и направления совершенствования технологических процессов.</p>	<p>Опрос Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Задачи</p>
<p>ПК-2-н: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы</p>	<p>ПК-2-н.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных).</p>	<p>ПК-2-н.1: Владеть навыками поиска, обобщения, структуризации информации с использованием информационно-коммуникационных технологий. Уметь проводить отбор необходимых источников, их анализ и структуризацию информации. Знать основные принципы поиска, обобщения и анализа информации в области химии полимеров.</p>	<p>Опрос</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

<p><i>ПК-3-н: Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов</i></p>	<p><i>ПК-3-н.1: Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов.</i></p> <p><i>ПК-3-н.2: Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.</i></p>	<p><i>ПК-3-н.1:</i></p> <p><i>Владеть навыками работы на современном оборудовании в рамках лабораторного практикума.</i></p> <p><i>Уметь обрабатывать полученные экспериментальные результаты.</i></p> <p><i>Знать основы физико-химических методов исследования полимеров.</i></p> <p><i>ПК-3-н.2:</i></p> <p><i>Владеть навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин для решения математических задач процессов получения полимеров и изучения их свойств.</i></p> <p><i>Уметь интерпретировать полученные экспериментальные результаты, используя закономерности известные из физической химии; оптимизировать физико-механические свойства сополимеров и полимерных композиций с использованием законов физики по свойствам твердых тел при механических воздействиях.</i></p> <p><i>Знать математический аппарат, необходимый для обработки полученных экспериментальных данных (программы Excel, Word, Isis Draw).</i></p>	<p><i>Задачи</i></p>	<p><i>Экзамен:</i></p> <p><i>Контрольные вопросы</i></p>

--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>	<b>324</b>
в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	<b>64</b>	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>160</b>	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>26</b>	<b>158</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b> <b>экзамен</b>	<b>36</b> <b>экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе							
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего			
о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	
Тема 1. Методы изучения процессов синтеза и идентификации полимеров.	94	82	24	24	58	22	82	46	12	36
Тема 2. Методы исследования растворов полимеров.	106	130	32	32	64	26	96	58	10	72
Тема 3. Методы изучения физико-химических и механических свойств полимеров.	50	74	8	8	38	16	46	24	4	50
Аттестация	72	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	324	324	64	64	160	64	226	130	26	158

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч., очно-заочная форма обучения - 16 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "отсутствует".

Иные учебно-методические материалы: Замышляева О.Г., Григорьева А.О. Лабораторный практикум по дисциплине "Методы исследования полимеров". Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 30 с.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

##### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

###### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

1. Перечислите основные методы получения полимеров.
2. Назовите особенности методов исследования высокомолекулярных соединений, и их отличие от соответствующих методов исследования низкомолекулярных соединений.
3. Перечислите методы очистки мономеров.
4. Как очистить инициаторы, катализаторы и эмульгаторы перед процессом синтеза полимеров? Очистка мономерных смесей от кислорода.
5. Применение метода дилатометрии для изучения кинетики радикальной полимеризации.
6. Чем объясняются различия в значениях средних молекулярных масс полидисперсных образцов полимеров при определении их различными методами?
7. В чем заключается метод динамического рассеяния света?
8. Укажите взаимосвязь между исследованиями полимеров в растворах и в твёрдом состоянии.
9. Какими методами можно изучить транспортные свойства полимеров?
10. Как оценить параметры термодинамического сродства компонентов системы полимер-растворитель сорбционным методом?
11. Какие физические характеристики полимерных систем могут быть определены как релаксационные?
12. Качество растворителя и методы его оценки. Энергия Гиббса смешения; химические потенциалы компонентов; давление пара растворителя над раствором; осмотическое давление; второй вириальный коэффициент; параметр взаимодействия полимер-растворитель Флори-Хаггинса.

###### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т**

1. Напишите схему получения сульфата целлюлозы и рассчитайте содержание сульфогрупп и серы в моно-, ди- и тризамещенных продуктах. Объясните, почему происходят деструктивные процессы сульфата целлюлозы в присутствии воды.
2. Рассчитайте содержание азота в модифицированном полиакрилонитриле, если 75% нитрильных групп гидролизировано до амидных.
3. Почему волокна и пленки на основе полимеров с более широким молекулярно-массовым распределением обладают меньшей прочностью, хотя степень ориентации структурных элементов в них может быть одинаковой?
4. Какие химические реакции могут быть использованы для количественного определения

- содержания в полимере концевых  $\text{NH}_2$ -,  $\text{OH}$ - и  $\text{COOH}$ - групп?
- Полимер может образовывать межмолекулярные поперечные связи. Как можно это доказать методом седиментации?
  - При добавлении в диметилфориамидный раствор полиакрилонитрила небольших количеств метилового спирта наблюдается снижение характеристической вязкости. Объясните причину этого явления.
  - Глицин (аминоуксусная кислота) в обычных условиях не способен к конденсации. Объясните вероятную причину этого явления.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

- Как выглядит уравнение Марка-Хаувинка-Сакурады, связывающее коэффициент диффузии и молекулярную массу полимера?
- В чем состоят особенности растворения и набухания полимеров?
- Перечислите методы исследования физико-механических (реологических) свойств полимеризующихся масс.
- Ротационная вискозиметрия. Сдвиговые деформетры.
- Количественный анализ полимеров. Методы определения строения макромолекул.
- Назовите и опишите методы определения индекса течения.
- Напишите реакцию поликонденсации *n*-оксиэтоксibenзойной кислоты и рассчитайте молекулярную массу полимера, если при определении концевых карбоксильных групп на титрование 3.0012 г. полимера израсходовано 2.6 см<sup>3</sup> 0.01 Н раствора  $\text{AgNO}_3$ .
- Рассчитайте степень завершенности реакции поликонденсации аминокислоты за 30 минут при 265°C, если  $K_n = 436$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

- Идентификация полимеров методом ИК-спектроскопии. Качественный анализ.
- Определение состава сополимера методом ИК-спектроскопии. Количественный анализ.
- Идентификация полимеров методом ЯМР-спектроскопии. Качественный анализ.
- Определение состава сополимера методом ЯМР-спектроскопии. Количественный анализ.
- Определение молекулярно-массовых характеристик полимеров методом ГПХ.
- Определение температуры стеклования (со)полимеров методом ДСК
- Получение изотерм поверхностного давления для (со)полимеров.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)



Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Практические задания в рамках Лабораторного практикума выполнены верно. Полимеры правильно идентифицированы методами ИК-, ЯМР-спектроскопии и охарактеризованы методами ГПХ и ДСК.
не зачтено	Не верно идентифицированы полимеры. Имеются ошибки при расшифровке ИК- и ЯМР-спектров.

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Напишите реакцию поликонденсации хлорангидрида себаценовой кислоты и гександиола-1,6 и рассчитайте молекулярную массу  $M_n$  образующегося полимера, если химическим анализом установлено, что после гидролиза хлорангидридной группы полимер содержит  $1.3 \cdot 10^{-5}$  экв/г групп  $\text{HOOC}$ -. При определении групп  $\text{HO}$ - в навеске 1.5003 г полимера после этерификации бромангидридом бромуксусной кислоты было обнаружено  $4.8 \cdot 10^{-4}$  экв. брома.
2. Для установления значений  $K\eta$  и  $\alpha$  в уравнении Марка-Куна-Хаувинка для растворов поливинилацетата в ацетоне были выделены узкие фракции, определены их средне-числовые молекулярные массы (осмометрически) и характеристические вязкости  $[\eta]$ . Оказалось, что для фракции с  $M_n = 22500$   $[\eta] = 0.194$  дл/г, а для фракции с  $M_n = 40000$   $[\eta] = 0.289$  дл/г. Вычислите значения  $K\eta$  и  $\alpha$ .
3. Рассчитайте молекулярную массу полистирола из диффузионных данных, если коэффициент диффузии полистирола в дихлорэтано оказался равным  $1.2 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/с. Коэффициент, характерный для данной системы полимер-растворитель  $KD = 1.12 \cdot 10^{-4}$ ,  $b = 0.56$ , где  $b$ , величина, обусловленная формой макромолекулы.
4. Рассчитайте молекулярную массу полиизопрена из данных ультрацентрифугирования его растворов в октане при 20°C если константа седиментации при бесконечном разбавлении  $S_0 = 5.24$  см/(с·дин);  $KS = 6.1 \cdot 10^{-2}$ ;  $b = 0.620$ .
5. При обработке полиэтиленоксида фенилизоцианатом образовался продукт, содержащий 0.32% азота. Напишите реакцию взаимодействия полиэтиленоксида с фенилизоцианатом и вычислите молекулярную массу полимера.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-г

1. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Протоколирование результатов опытов.
3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.

4. Расчет содержания компонента (компонентов) по экспериментальным данным.
5. Статистическая обработка результатов анализа.
6. Анализ полученных данных. Выводы.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнен	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				с недочетами		ы все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

## Оценочное средство - Контрольные вопросы

### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации)**

1. Растворимость полимеров. Выбор метода фракционирования.
2. Фракционное осаждение добавлением осадителя, испарением растворителя, при охлаждении растворов. В чем принципиальные отличия этих методов?
3. Особенности поведения концентрированных растворов полимеров. Параметры, определяющие

- вязкоупругие свойства концентрированных растворов полимеров.
4. Какие физические характеристики полимерных систем могут быть определены как релаксационные?
  5. Как влияет молекулярная масса полимера на эффективную вязкость и аномалию вязкостных свойств расплавов полимеров?
  6. Принципы подбора методики для определения энергетических характеристик полимерных пленок (поверхностной энергии Гиббса пленок и ее полярной и дисперсионной составляющей).
  7. Методы исследования вязко-упругих, деформационно-прочностных и тиксотропных свойств концентрированных растворов полимеров.
  8. Метод фракционного растворения. Непосредственно последовательное экстрагирование. Экстрагирование из коацервата и плёнок.
  9. Гель-проникающая хроматография. Построение интегральных и дифференциальных кривых молекулярно-массового распределения.
  10. Как определить среднечисловую молекулярную массу с помощью анализа концевых групп?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы)**

1. Рассмотрите определение среднечисловой молекулярной массы с помощью эбуллиоскопии.
2. В чем особенности метода определения среднечисловой молекулярной массы с помощью криоскопии?
3. Определение молекулярной массы методом осмометрии.
4. Методы определения средневесовой молекулярной массы: диффузный метод, метод определения с помощью центрифуги.
5. Вискозиметрическое определение молекулярной массы полимеров. Уравнение Марка-Куна-Хаувинка.
6. Назовите и опишите методы определения индекса течения.
7. Объясните, почему невозможно определить осмометрическим методом средне-числовую молекулярную массу полиакролеина, растворимого в диметилформамиде, при использовании целлюлозных или поливинилспиртовых мембран?
8. Определение молекулярной массы полиэтилена высокой плотности методом светорассеяния часто приводит к значительным ошибкам. Объясните возможную причину этого явления.
9. Чем объясняются различия в значениях средних молекулярных масс полидисперсных образцов полимеров при определении их различными методами?

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов)**

Отметьте **верные** утверждения о методе ИК-спектроскопии, выбор поясните:

1. Перед пробоподготовкой необходимо удостовериться, что полимер является растворимым в каком-либо летучем растворителе.
2. Состав любого сополимера может быть установлен методом ИК-спектроскопии.
3. Нельзя анализировать сильно окрашенные вещества.
4. Нельзя анализировать образцы без предварительной подготовки (очистка, сушка, перекристаллизация и т.д.).
5. Регистрацию ИК-спектров обычно проводят в атмосфере аргона, т.к. большинство из компонентов воздуха поглощают в ИК области.
6. Для определения состава сополимера достаточно зарегистрировать его ИК-спектр.
7. Позволяет установить микроструктуру сополимера (доказать строение статистического сополимера, блок-сополимера и т.п.).
8. Можно установить степень кристалличности полимера.
9. Спектры поглощения и пропускания дают разную информацию о структуре вещества.
10. Позволяет определить молекулярно-массовые характеристики образца.
11. Можно доказать образование водородных связей.
12. В пробоподготовке помимо бромиды калия могут быть использованы другие неорганические

соли.  
13.ИК-спектры метилметакрилата и полиметилметакрилата плохо различимы.

## Оценочное средство - Задачи

### Экзамен

#### Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т**  
(Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации)

1. Для сополимеров переменного состава с статистическим распределением звеньев вдоль цепи, а также химической неоднородностью фракций (карбоцепные сополимеры, не полностью

замещенные эфиры целлюлозы), определение  $K\eta$  и  $\alpha$  в уравнении Марка-Куна-Хаувинка не имеет смысла. Объясните почему?

2. Как будут отличаться значения коэффициентов диффузии  $D$  друг от друга для двух полимеров, различающихся по химическому составу, а следовательно, имеющих различную первичную структуру, но образующих в разбавленных растворах одинаковые по размерам статистические клубки? Будут ли изменяться значения  $D$  при увеличении степени асимметрии молекулярного клубка?
3. Почему волокна и пленки на основе полимеров с более широким молекулярно-массовым распределением обладают меньшей прочностью, хотя степень ориентации структурных элементов в них может быть одинаковой?
4. При добавлении в диметилфосфорамидный раствор полиакрилонитрила небольших количеств метилового спирта наблюдается снижение характеристической вязкости. Объясните причину этого явления.
5. Глицин (аминоуксусная кислота) в обычных условиях не способен к конденсации. Объясните вероятную причину этого явления.
6. Рассчитайте содержание азота в модифицированном полиакрилонитриле, если 75% нитрильных групп гидролизировано до амидных.
7. Напишите схему получения сульфата целлюлозы и рассчитайте содержание сульфогрупп и серы в моно-, ди- и тризамещенных продуктах. Объясните, почему происходят деструктивные процессы сульфата целлюлозы в присутствии воды.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум / М. С. Аржаков [и др.] ; под редакцией А. Б. Зезина. - Москва : Юрайт, 2022. - 340 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489251> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-01322-1 : 1339.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=816901&idb=0>.
2. Семчиков Юрий Денисович. Введение в химию и физику полимеров : учебное пособие / ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2007. - 257 с. - В надзаг.: Приоритет. нац. проект "Образование", Инновац. образоват. программа Нижегород. ун-та: Образоват.-науч. центр "Информ.-телекоммуникац. системы: физ. основы и мат. обеспечение". - ISBN 978-5-91326-052-9 : 80.00., 3 экз.
3. Клёсов Анатолий. Древесно-полимерные композиты = Wood-Plastic Composites : пер. с англ. - СПб. : Научные основы и технологии, 2010. - 736 с. - ISBN 978-5-91703-017-3 : 1838.00., 1 экз.
4. Семчиков Юрий Денисович. Введение в химию полимеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО 020100 "Химия" и специальности 020201 "Фундам. и прикладная химия". - СПб. : Лань, 2012. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1325-6 : 399.96., 98 экз.

Дополнительная литература:

1. Семчиков Юрий Денисович. Высокомолекулярные соединения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия". - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - ISBN 5-7695-3028-6 : 250.69., 48 экз.
2. Сутягин В. М. Физико-химические методы исследования полимеров : учебное пособие / Сутягин В. М., Ляпков А. А. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 140 с. - Книга из

коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-2712-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800274&idb=0>.

3. Хаширова С. Ю. Современные методы исследования полимеров : учебное пособие / Хаширова С. Ю., Лигидов М. Х., Бегиева М. Б. - Нальчик : КБГУ, 2015. - 107 с. - Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 18.04.01 Химическая технология, 04.04.01 Химия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КБГУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754384&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Термостаты, ИК-спектрометр InfracumFT-801, гель-проникающий хроматограф Shimadzu, установка для изучения монослоев и пленок Ленгмюра-Блоджетт KSVMini, система водоподготовки «Осмос» для получения деионизованной воды, ЯМР-спектрометр Agilent DD2 400 NB, ДСК 500, химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; дистиллятор; технические и аналитические весы; химические реактивы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор(ы): Замышляева Ольга Георгиевна, доктор химических наук, доцент  
Григорьева Александра Олеговна.

Заведующий кафедрой: Зайцев Сергей Дмитриевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 23 мая 2023 г., протокол № 7.