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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
04.03.01 «Химия»
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Химия и материаловедение
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная, очно-заочная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

04 июня **2021** г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____ Зайцев С.Д.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

06 мая 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____ Зайцев С.Д.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

__ ____ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2024 учебном году на заседании кафедры

_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы исследования полимеров» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (Б1.В.03), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на четвертом году обучения в седьмом семестре и для очно-заочной формы обучения в девятом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по следующим разделам химии: «Физика», «Математика», «Коллоидная химия» «Высокомолекулярные соединения», «Органическая химия», «Физическая химия».

Дисциплина «Методы исследования полимеров» является основой для последующего изучения дисциплин магистратуры «Химические основы биологических процессов», «Введение в технологию наноматериалов». Освоение данной дисциплины также необходимо как предшествующее при дальнейшей практической деятельности в рамках выполнения квалификационных работ.

Курс отвечает основным требованиям в плане решения задачи по совершенствованию обучения в высшей школе. Этот курс дает широкие знания фундаментальных положений науки, которые необходимы как для непосредственной работы по специальности, так и для понимания главных направлений химической науки и ее развития.

Целью дисциплины является знакомство с основными физико-химическими методами исследования высокомолекулярных соединений и приобретение практических навыков проведения исследований в области современных полимерных материалов.

Задачами дисциплины:

- научиться планировать и осуществлять синтез и модификацию полимеров различными методами, применять научные подходы, связанные с синтезом полимеров к конкретным задачам;
- сформировать представления о современных физико-химических методах исследования свойств и структуры полимеров и умения применять экспериментальные физико-химические методы к современным полимерным материалам.

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****	
ПК-1-н Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских	**ПК-1-н-1.** Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.	*Владеть навыками проведения химического эксперимента по синтезу и модификации полимеров, а также современными физико-химическими методами анализа полимеров* *Уметь осуществлять синтез высокомолекулярных соединений по реакциям радикальной полимеризации, поликонденсации и используя полимераналогичные превращения;*	Устный опрос, контрольная работа, отчеты по лабораторным работам, экзамен

задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации		*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* *Знать основные классы высокомолекулярных соединений и основные приемы их синтеза*	
	ПК-1-н-2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.	*Владеть навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин для решения математических задач процессов полимеризации и сополимеризации* *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* *Знать основные методы получения высокомолекулярных соединений, способы их очистки и идентификации, а также методы исследования физико-химических свойств и структуры полимеров*	
	ПК-1-н-3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.	*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)* *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 (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 InfralumFT-801. *Знать методологию создания новых полимерных материалов на основе взаимосвязи «состав – структура – свойство»*	
ПК-1-т. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	**ПК-1-т-1.** Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР	*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*	Устный опрос, контрольная работа, отчеты по лабораторным работам

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	**10**	**10**
Часов по учебному плану	**360**	**360**
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа): **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- лабораторные**	 **64** **66** **96**	 **64** **34** **32**
самостоятельная работа	**98**	**194**
Промежуточная аттестация – экзамен	**36**	**36**

3.2. Содержание дисциплины

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		Занятия лабораторного типа		Всего			
	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная	Очная	Очно-заочная
Методы изучения процессов синтеза и идентификации полимеров	125	130	24	24	26	10	32	12	82	46	42	68
Методы исследования растворов полимеров	136	138	32	32	32	16	32	10	96	58	40	66
Методы изучения физико-химических и механических свойств полимеров	63	56	8	8	8	8	32	10	48	26	16	60
Промежуточная аттестация – Экзамен	36	36										
Итого	360	360	64	64	66	34	96	32	226	130	98	194

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа и в рамках лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация проходит в виде комплексного экзамена в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

3.2.1. Основные методы получения полимеров различной архитектуры. Методы очистки мономеров, исходных инициаторов, вакуумирование мономерных смесей. Техника безопасной работы с мономерами, инициаторами, при использовании вакуума. Методы изучения процессов синтеза высокомолекулярных соединений: спектроскопия (ИК-, УФ-, ЯМР-), калориметрия, определение конверсии мономеров (бромид-броматный метод, меркуриметрическое титрование, гравиметрия). Изучение кинетики радикальной полимеризации до глубоких степеней превращения методом термогравиметрии и путем измерения диэлектрических потерь. Определение параметров и индексов реакционной способности виниловых мономеров в полимеризации по химическим сдвигам. Возможности

спектроскопии в видимой и УФ-областях для изучения кинетики химических реакций и процессов комплексообразования. Очистка полимеров: переосаждение, диализ, метод горячей экстракции.

Идентификация полимерных материалов. Изучение микроструктуры полимеров и их химического строения. Физико-химические методы, используемые для изучения микроструктуры, химического строения, состава сополимера (ИК-, ЯМР-, ЭПР-, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ). Связь данных методов с методами контроля кинетических процессов для установления механизма формирования сложных макромолекулярных структур в ходе синтеза.

3.2.2. Методы исследования растворов полимеров. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Методы определения молекулярной массы полимеров: криоскопический метод, определение ММ полимеров по концевым группам, гель-проникающая хроматография, осмометрия, светорассеяние. Интегральные и дифференциальные кривые молекулярно-массового распределения. Фракционирование полимеров. Современные методы исследования разбавленных растворов полимеров различной архитектуры (светорассеяние, седиментация, диффузия, вискозиметрия). Методы исследования концентрированных растворов полимеров (изучение вязко-упругих, деформационно-прочностных и тиксотропных свойств с использованием ротационной и капиллярной вискозиметрии, сдвиговых дефометров).

3.2.3. Методы исследования физико-химических и механических свойств полимерных материалов. Теплофизические методы (измерение теплоемкости, температур переходов, дифференциальный термический анализ); транспортные и диффузионные методы (определение коэффициентов проницаемости и диффузии, размеров и концентрации элементов свободного объема методом обращенной газовой хроматографии; оценка размера элементов свободного объема, концентрации «дырок» и их распределения по размеру методом аннигиляции позитронов). Механические методы (измерение прочностных, деформационных и релаксационных свойств, динамический механический анализ); электрические (диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, методы измерения акустических характеристик) и дилатометрические методы.

Получение тонких пленок полимеров и изучение их свойств. Характеристика топографии поверхности пленок полимеров, их шероховатость (метод атомно-силовой микроскопии). Определение энергетических характеристик пленок (различные методы оценки поверхностного натяжение пленок, а также его полярной и дисперсионной составляющих). Получение полимерных пленок с помощью технологии Ленгмюра-Блоджет. Изучение поведения дифильных макромолекул на границе раздела фаз вода-воздух.

3.2.4. Лабораторный практикум. В рамках лабораторных занятий студенты выполняют следующие лабораторные работы: 1. Переконденсация метилметакрилата и перекристаллизация ДАК. Заполнение ампул, дегазация, отпаивание; 2. Изучение кинетики радикальной полимеризации метилметакрилата в присутствии сверхразветвленного модификатора на термографической установке до глубоких степеней превращения. Очистка и выделение полимера; 3. Определение состава сополимеров методом ИК-спектроскопии с использованием градуировочного графика; 4. Определение ММР полученных сополимеров методом гель-проникающей хроматографии. Приготовление растворов, фильтрование. Анализ интегральных и дифференциальных кривых распределения. Расчет M_w, M_n; 5. Получение изотерм поверхностного давления в условиях сжатие-растяжение для пленок дифильных сополимеров, перенос мономолекулярных пленок Ленгмюра-Блоджетт на подложки различной природы.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование
- Контрольная работа
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена.**

К экзамену в 7-ом семестре очной формы обучения и 9-ом семестре очно-заочной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы и сдавшие отчеты по темам лабораторных занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		зачтено				
Знания	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 ошибки.	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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все	Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены

	отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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

При изучении дисциплины «Методы исследования полимеров» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций

ПК-1-н:

ПК-1-н-1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ПК-1-н-2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ПК-1-н-3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

ПК-1-т:

ПК-1-т-1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР.

Экзамен в 7 семестре для очной формы обучения и в 9-ом семестре для очно-заочной формы проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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	Неудовлетворитель-но	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

6.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	*Код формируемой компетенции*
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 эмульгаторов перед процессом синтеза полимеров? Очистка мономерных смесей от кислорода. 5. Применение метода дилатометрия для изучения кинетики радикальной полимеризации. 6. Чем объясняются различия в значениях средних молекулярных масс	**ПК-1-н**

	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.	
	13. Как выглядит уравнение Марка-Хаувинка-Сакурады, связывающее коэффициент диффузии и молекулярную массу полимера? 14. В чем состоят особенности растворения и набухания полимеров? 15. Перечислите методы исследования физико-механических (реологических) свойств полимеризующихся масс. 16. Ротационная вискозиметрия. Сдвиговые дефометры. 17. Количественный анализ полимеров. Методы определения строения макромолекул. 18. Назовите и опишите методы определения индекса течения. 19. Напишите реакцию поликонденсации *n*-оксиэтоксибензойной кислоты и рассчитайте молекулярную массу полимера, если при определении концевых карбоксильных групп на титрование 3.0012 г. полимера израсходовано 2.6 $см^3$ 0.01 Н раствора $AgNO_3$. 20. Рассчитайте степень завершенности реакции поликонденсации аминоундекановой кислоты за 30 минут при 265°С, если K_n = 436.	**ПК-2-н**
	21. Напишите реакцию поликонденсации хлорангидрида себациновой 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 НООС–. При определении групп НО– в навеске 1.5003 г полимера после этерификации бромангидридом бромуксусной кислоты было обнаружено $4.8 \cdot 10^{-4}$ экв. брома. 22. Для установления значений K_η и α 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_η и α. 23. Рассчитайте молекулярную массу полистирола из диффузионных данных, если коэффициент диффузии полистирола в дихлорэтане оказался равным $1.2 \cdot 10^{-11}$ $м^2/с$. Коэффициент, характерный для данной системы полимер-растворитель $K_D = 1.12 \cdot 10^{-4}$, - b = 0.56, где b, величина, обусловленная формой макромолекулы. 24. Рассчитайте молекулярную массу полиизопрена из данных ультрацентрифугирования его растворов в октане при 20°С если константа седиментации при бесконечном разбавлении S_0 = 5.24 см/(с·дин); $K_S = 6.1 \cdot 10^{-2}$; b = 0.620. 25. При обработке полиэтиленоксида фенилизоцианатом образовался	**ПК-3-н**

	продукт, содержащий 0.32% азота. Напишите реакцию взаимодействия полиэтиленоксида с фенилизоцианатом и вычислите молекулярную массу полимера.	
26.	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.	**ПК-1-т**
27.	Рассчитайте содержание азота в модифицированном полиакрилонитриле, если 75% нитрильных групп гидролизовано до амидных.	
28.	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?	
29.	Какие химические реакции могут быть использованы для количественного определения содержания в полимере концевых NH_2–, ОН– и СООН– групп?	
30.	Полимер может образовывать межмолекулярные поперечные связи. Как можно это доказать методом седиментации?	
31.	При добавлении в диметилформамидный раствор полиакрилонитрила небольших количеств метилового спирта наблюдается снижение характеристической вязкости. Объясните причину этого явления.	
32.	Глицин (аминоуксусная кислота) в обычных условиях не способен к конденсации. Объясните вероятную причину этого явления.	

6.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ПК-1-н:

Примерный перечень вопросов и заданий для оценки сформированности знаний компетенции ПК-1-н:

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?

Примерный перечень вопросов и заданий для оценки сформированности знаний компетенции ПК-2-н:

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 среднечисловую 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?
10. Напишите реакцию поликонденсации *n*-оксиэтоксибензойной кислоты и рассчитайте молекулярную массу полимера, если при определении концевых карбоксильных групп на титрование 3.0012 г. полимера израсходовано 2.6 см^3 0.01 Н раствора $AgNO_3$.
11. Рассчитайте степень завершенности реакции поликонденсации аминоундекановой кислоты за 30 минут при 265°С, если K_n = 436.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний и <u>умений</u> <u>компетенции ПК-3-н:</u>

1. Напишите реакцию поликонденсации хлорангидрида себациновой кислоты и гександиола-1,6 и рассчитайте молекулярную массу M_n образующегося полимера, если химическим анализом установлено, что после гидролиза хлорангидридной группы полимер содержит $1.3\cdot10^{-5}$ экв/г групп НООС–. При определении групп НО– в навеске 1.5003 г полимера после этерификации бромангидридом бромуксусной кислоты было обнаружено $4.8\cdot10^{-4}$ экв. брома.
2. Для установления значений K_η и α в уравнении Марка-Куна-Хаувинка для растворов поливинилацетата в ацетоне были выделены узкие фракции, определены их среднечисловые 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_η и α.
3. Рассчитайте молекулярную массу полистирола из диффузионных данных, если коэффициент диффузии полистирола в дихлорэтане оказался равным $1.2\cdot10^{-11}$ м^2/с. Коэффициент, характерный для данной системы полимер-растворитель $K_D = 1.12\cdot10^{-4}$, - b = 0.56, где b, величина, обусловленная формой макромолекулы.
4. Рассчитайте молекулярную массу полиизопрена из данных ультрацентрифугирования его растворов в октане при 20°С если константа седиментации при бесконечном разбавлении S_0 = 5.24 см/(с·дин); $K_S = 6.1\cdot10^{-2}$; 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.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности знаний и умений компетенции ПК-1-т:

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_η и α в уравнении Марка-Куна-Хаувинка не имеет смыла. 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 ассиметрии 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. Какие химические реакции могут быть использованы для количественного определения содержания в полимере концевых NH_2–, OH– и COOH– групп?
5. Полимер может образовывать межмолекулярные поперечные связи. Как можно это доказать методом седиментации?
6. При добавлении в диметилформамидный раствор полиакрилонитрила небольших количеств метилового спирта наблюдается снижение характеристической вязкости. Объясните причину этого явления.
7. Глицин (аминоуксусная кислота) в обычных условиях не способен к конденсации. Объясните вероятную причину этого явления.
8. Рассчитайте содержание азота в модифицированном полиакрилонитриле, если 75% нитрильных групп гидролизовано до амидных.
9. 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.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Замышляева О.Г. Методы исследования современных полимерных материалов. Электронное учебное пособие. 2012 г. [Электроный ресурс]: http://www.unn.ru/books/met_files/Zamyshlyayeva2.pdf
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 386 с.
3. Практикум по технологии переработки и испытаниям полимеров и композиционных материалов / А.Н. Садова, В.Г. Бортников, А.Е. Заикин и др. – М.: КолосС, 2011. – 191 с.
4. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений /В.Ф. Куренков, Л. А. Бударина, А.Е. Заикин. – М.: КолосС, 2008. -395 с.
5. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи / Под ред. Г.П. Андриановой. В двух частях. - М.: КолосС, 2008. – 367 с.

б) дополнительная литература:

1. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров. СПб: Изд-во Лань, 2012. – 224 с.

2. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 736 с.
3. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для академического бакалавриата / М. С. Аржаков [и др.] ; под ред. А. Б. Зезина. [Электронный ресурс]. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 340 с. Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/D70F2822-28CC-446A-A5E4-F38CEE702A7E

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)
1. https://www.allbeton.ru/upload/mediawiki/719/fiziko_khimicheskie-issledovaniya-polimerov-_sutyagin_.pdf
2. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40652/1/978-5-7996-1746-2_2016.pdf
3. http://chembaby.com/wp-content/uploads/2014/05/specprak.pdf

г) рекомендуемая литература
1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. Издание 4-е. – М.: Научный мир, 2007. – 576 с.
2. Холден Д., Крихельдорф Х.Р., Куирк Р.П. Термоэластопласты / Пер. с англ. 3-го издания под ред. Б.Л. Смирнова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 720 с.
3. Шах В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения / пер. с англ. Под ред. Малкина А.Я. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009. – 732 с.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (http://www.urait.ru/) и электронных библиотечных системах ННГУ (http://www.lib.unn.ru/ebs.html), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории (лекционные с вместимостью 200 человек и семинарские с вместимостью 20 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения семинарских занятий (131 корп. 5) также оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - вытяжные шкафы; термостаты, ИК-спектрометр InfralumFT-801, тензостанция для изучения кинетики радикальной полимеризации до глубоких степеней превращения, гель-проникающий хроматограф Shimadzu, установка для изучения монослоев и пленок Ленгмюра-Блоджетт KSVMini, система водоподготовки «Осмос» для получения деионизованной воды, химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; дистиллятор; технические и аналитические весы; химические реактивы.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328	Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770	• Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM • Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г.
Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205	Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры, имеется выход в интернет	• Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г. • Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд.308	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390	• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 131	Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор QUADRA H11100, ноутбук HP ProBook 4520s	• Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Автор:

д.х.н. _____ О.Г. Замышляева

Рецензент:

к.х.н., зав. лаб НИИ химии ННГУ_____Е.А. Захарычев

Заведующий кафедрой

д.х.н. _____С.Д. Зайцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета

от __ _____2021года, протокол № __.