

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143562	Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства полимеров

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химия	Код ОП 1. 04.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Химия	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Вшивков Сергей Анатольевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	органической химии и высокомолекулярных соединений

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства полимеров

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль на основе современных теоретических представлений формирует знания о протекании фазовых переходов и механических свойствах полимеров в стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем состояниях. Разбирается специфика релаксационных процессов в стеклообразных, кристаллических и эластических полимерах. Анализируются механизмы деформации эластомеров и пластмасс; релаксация напряжения, ползучесть, долговременная прочность; влияние химического строения цепи на температуру стеклования, термические коэффициенты, теплоемкость и диэлектрические свойства полимеров

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства полимеров	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Физико-химические основы получения индивидуальных полимеров и их смесей

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов

<p>полимеров</p>	<p>осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	<p>ПК-1 - Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>

		<p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии и смежным областям</p>
	<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с</p>

	<p>учетом практического применения результатов</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
<p>ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции</p> <p>П-1 - Иметь навыки работы с нормативной документацией по разработке и</p>

		стандартизации химической продукции, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Фазовые переходы полимерных систем и
релаксационные свойства полимеров

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Вшивков Сергей Анатольевич	доктор химических наук, профессор	Профессор	органической химии и высокомолекуляр ных соединений

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Вшивков Сергей Анатольевич, Профессор, органической химии и высокомолекулярных соединений**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные закономерности фазовых переходов.	Общие вопросы фазового равновесия полимерных систем. Виды фазовых диаграмм систем полимер – растворитель. Влияние размеров и формы молекул растворителя на фазовые переходы. Классификация фазовых переходов по Эренфесту.
2	Влияние внешних полей на фазовые переходы.	Фазовые переходы в растворах полимеров, индуцированные механическим полем. Динамическое структурообразование в растворах полимеров. Фазовые переходы в расплавах и растворах кристаллических полимеров, вызванные механическим полем. Фазовые и структурные переходы в деформируемых расплавах. Фазовые и структурные переходы в деформируемых растворах. Влияние деформирования на фазовые переходы в растворах аморфных полимеров и в гелеобразующих системах. Теоретическое обоснование фазового разделения растворов полимеров, вызванного механическим полем. Фазовые переходы в смесях полимеров, вызванные механическим полем. Системы с аморфным расслаиванием и с кристаллическим разделением фаз.
3	Фазовые переходы в гелях полимеров.	Фазовые переходы в гелях сшитых полимеров – неэлектролитов, вызванные механическим полем. Фазовые диаграммы. Влияние внешнего давления на фазовое поведение полимерных систем. Влияние давления на растворимость аморфных и кристаллических веществ. Влияние давления на критические температуры полимерных систем. Влияние

		отрицательного давления на фазовое поведение растворов полимеров.
4	Основные закономерности формирования ЖК-состояния полимеров.	Жидкокристаллическое состояние веществ. Фазовые диаграммы растворов жесткоцепных полимеров. Влияние молекулярной массы и химического строения полимера на положение пограничных кривых. Влияние природы растворителя на фазовые жидкокристаллические переходы.
5	Основные закономерности влияния магнитного поля на фазовые переходы.	Фазовые и структурные переходы жидкокристаллических систем в механическом и магнитном полях. Влияние напряженности магнитного поля и концентрации полимера на фазовые переходы.
6	Методы получения фазовых диаграмм полимерных систем в различных условиях.	Экспериментальные методы построения фазовых диаграмм. Методы, основанные на измерении оптических характеристик: метод точек помутнения, метод светорассеяния под большими углами, измерение оптической плотности и мутности, рефрактометрический метод, интерференционный микрометод, метод поляризационной микроскопии. Спектральные методы: метод инфракрасной спектроскопии, диэлектрический метод. Теплофизические методы: dilatометрический метод, методы ДТА и ДСК. Методы, фиксирующие массоперенос компонентов: вискозиметрический метод, диффузионный метод, метод определения составов и отношения объемов сосуществующих фаз. Термодинамические методы: метод определения вторых вириальных коэффициентов, метод ограниченного набухания, определение межфазной поверхностной энергии, определение параметров растворимости.
7	Полимерные стекла. Основные теоретические подходы.	Температура стеклования как фундаментальная характеристика свойств полимеров. Теории стеклования. T_g и свободный объем полимера. Термодинамическое рассмотрение стеклования.
8	Релаксационные переходы в полимерных стеклах.	Классификация молекулярных переходов в стеклообразных полимерах (α , β , γ переходы). Связь множественных переходов со строением полимера. Релаксационные переходы вблизи T_g (α - процесс), и способы их исследования. Структурная релаксация полимерных тел вблизи T_g .
9	Вязкоупругие свойства эластомеров. Модельные представления.	Модельное рассмотрение упруго-вязких свойств эластомеров (по Максвеллу, Кельвину-Фойгту). Классическая теория эластичности по работам Флори, Джеймса - Гута, Ферри, Муни - Ривлина. Релаксационные явления в эластомерных сетках. Релаксация деформации, напряжения, гистерезисные явления. Время релаксации.
10	Экспериментальные методы.	Определение времени релаксации по данным изучения механических и электрических свойств полимеров. Спектр времен релаксации. Определение энергетических и кинетических параметров релаксационных процессов. Зависимость релаксационного процесса от частоты воздействия, температуры Уравнение ВЛФ (Вильямса-

		Ланделла-Ферри), его значение для прогнозирования свойств полимеров.
11	Кристаллические полимеры.	Релаксационные явления в кристаллических полимерах. Механические свойства пленок кристаллических полимеров, влияние на них различных факторов (давление, ориентация, температура).
12	Полимерные композиционные материалы.	Релаксационные явления в полимерных композиционных материалах (наполненные, пластифицированные системы и др.) Пластификация и антипластификация полимеров с позиций развития релаксационных процессов в полимерной системе, α и β релаксация пластифицированных систем, активационные параметры процессов.
13	Релаксационный характер разрушения полимеров и фазовых переходов.	Релаксационные процессы, предшествующие разрушению полимеров. Релаксационные явления при проведении термохимических и сорбционных исследований полимерных систем.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства полимеров

Электронные ресурсы (издания)

1. Иржак, В. И.; Топологическая структура полимеров : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428024> (Электронное издание)
2. Вольфсон, С. И.; Реология и молекулярные характеристики эластомерных композиций : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259089> (Электронное издание)
3. ; Энциклопедия полимеров : энциклопедия.; Советская энциклопедия, Москва; 1972; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441936> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тагер, А. А., Аскадский, А. А.; Физико-химия полимеров : [учеб. пособие для хим. фак. ун-тов].; Научный мир, Москва; 2007 (79 экз.)
2. Вшивков, С. А.; Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2013 (4 экз.)
3. Рамбиди, Н. Г.; Структура полимеров - от молекул до наноструктур : [учеб. пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2009 (7 экз.)
4. Гуль, В. Е.; Структура и механические свойства полимеров : [Учеб. пособие для хим.-технол. спец.

вузов].; Высшая школа, Москва; 1966 (5 экз.)

5. Гуль, В. Е.; Структура и прочность полимеров; Химия, Москва; 1971 (3 экз.)

6. Малкин, А. Я., Исаев, А. И.; Реология: концепции, методы, приложения : авториз. пер. с англ. яз.; Профессия, Санкт-Петербург; 2007 (3 экз.)

7. Бартенев, Бертенев, Г. М., Зеленев, Ю. В.; Физика и механика полимеров : Учеб. пособие для вузов.; Высш.шк., Москва; 1983 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Фазовые переходы полимерных систем и релаксационные свойства полимеров

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES