



## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины

**Б1.В.02 Физика полимеров**

Направление подготовки бакалавриата **03.03.02 Физика**

1.	<p><b>Цель изучения дисциплины</b></p> <p>Целью освоения дисциплины "Физика полимеров" является изучение свойств полимерных молекул, моделей, описывающих их свойства.</p> <p>Физику полимеров интересует связь между строением и свойствами вещества. Любые твердые тела, в том числе и полимеры, представляют собой системы, в которых можно выделить ряд важнейших подсистем (решетка, молекулы, атомные ядра, система электронов, система спинов и др.) Хотя указанные подсистемы связаны между собой, воздействия на твердые тела различных силовых полей (механических, электрических и магнитных) вызывают раздельное проявление их особенностей.</p> <p>Настоящий курс — это введение в физику конденсированного состояния полимеров. Для этого предполагается ознакомление студентов со строением структурной и свойствами макромолекул. Будут изучены различные физические состояния полимеров. Обладая своим сверхсостоянием, которое называется высокоэластическим, полимеры в физике твердого тела попадают в такой класс, у которых наблюдаются сверхсостояния (сверхпроводимость, сверхэластичность, сегнетоэлектрическое состояние). Это объясняется не только структурой полимерных молекул, но и свойствами внутреннего вращения, известными для простых молекул в молекулярной физике.</p> <p>В курсе будут рассмотрены: термодинамика и статистическая физика полимеров и ориентированные состояния полимеров; особенности взаимосвязи строения структуры и физических свойств полимеров, методы исследования полимеров.</p> <p>Изучение физики полимеров в курсе сопровождается приведением демонстрационного эксперимента, выполнением лабораторных работ, разработкой и созданием экспериментальных научно-исследовательских установок.</p>
2.	<p><b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата</b></p> <p>Дисциплина «Физика полимеров» к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.02)</p> <p>Дисциплина читается на 4 курсе в 8 семестре.</p> <p>При изучении физики полимеров используются знания:</p> <p>а) по всему объему общей физики (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика);</p> <p>б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику;</p> <p>в) основные сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия.</p>
3	<p><b>3. Результаты освоения дисциплины (модуля)</b></p>



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет

	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:	
	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>	
	ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современ-</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>	



			ные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.		
	ПК-4	Способен проводить научные исследования в соответствующей области знаний и оформлять результаты исследований и разработок	<p>ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-4.2 Участвует в оформлении результатов исследований и разработок, полученных при проведении научных исследований в сфере профессиональной деятельности</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>	
4.	<p><b>Содержание дисциплины (модуля)</b></p> <p>Введение. Полимеры и классификация. Особенности строения полимеров. Регулярные и нерегулярные полимеры. Внутреннее вращение. Потенциальный барьер. Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация. Термодинамическая и кинетическая гибкости цепей. Надмолекулярные структуры полимеров и типы. Кристаллические полимеры. Их структура. Ориентированные и неориентированные полимеры. Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях. Жидкокристаллические структуры полимеров. Стеклообразное и кристаллическое состояния полимеров. Стеклование как основной релаксационный процесс в полимерах. Структурное и механическое стеклование. Теория структурного стеклования. Отличие структурного стеклования от фазового перехода. Механическое стеклование. Причина различия между <math>T_{с.с.}</math> и <math>T_{т.с.}</math>. Природа механических потерь. Тангенс механических потерь. Релаксационные явления в полимерах. Релаксационная спектроскопия. Стрелка действия. Принцип температурно-временной эквивалентности. Методы «зондирования» структуры макромолекул. Классификация релаксационных процессов в полимерах. Релаксация напряжения. Релаксационные процессы и их связь с коэффициентом механических потерь. Природа релаксационных процессов. Модельное описание строения полимеров с позиции релаксационной спектроскопии. Методы термодинамики в исследовании физических свойств полимерных материалов. Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов. Термическое и калорическое уравнения. Простые системы. Основные термодинамические соотношения. Термодинамические уравнения. Уравнения деформации, следующие из первого начала термодинамики. Уравнения следующие из второго начала термодинамики. Свойства сеточных полимеров. Квазиравновесные деформации сеточных полимеров. Уравнения состояния полимерных сеток. Работа при деформации высокоэластического материала. Термодинамический потенциал Гиббса и природа высокой эластичности. Уравнение деформации полимерной сетки. Механика равновесной деформации полимерных сеток. Уравнение Муни. Уравнение Ривлина. Общее уравнение Трелоара. Вклад внутренней энергии в высокую эластичность.</p>				



Теория термоэластичности высокоэластических материалов. Термоэластическая инверсия. Инверсия теплового эффекта при деформации. Статистическая физика макромолекул и полимерных сеток. Природа гибкости макромолекул. Структура и физические свойства макромолекул. Среднее квадратическое расстояние между концами макромолекул. Сегмент линейной макромолекулы.

Внутреннее вращение. Учет заторможенности при внутреннем вращении связей.

Конформационная статистика макромолекул. Формулы Бреслера-Френкеля и Тейлора.

Распределение линейной макромолекулы по длинам.

Уравнение состояния линейной макромолекулы.

Статистическая термодинамика линейной макромолекулы при больших растяжениях.

Уравнение состояния макромолекул. Классическая статистическая теория деформации полимерных сеток. Деформация и энтропия отдельной цепи сетки. Высокоэластический потенциал полимерной сетки. Уравнение деформации полимерной сетки. Сравнение теории с экспериментальными данными. Одноосное растяжение. Двухосное несимметричное растяжение. Чистый сдвиг. Смешанный сдвиг.

Развитие статистических теорий высокой эластичности полимерных сеток. Многопараметрические уравнения деформации. Теория реальных сеток Зябичко. Теория Кроссленда и Ван-дер-Гоффа.

Блок-сополимеры, их особенности. Композиционные полимерные материалы.

Основные структурные представления. Структура неупорядоченных цепей. Морфологические особенности. Плавление гомополимеров. Введение. Природа процесса плавления. Влияние молекулярного веса.

Плавление сополимеров. Введение. Теория. Общие экспериментальные результаты. Геометрический изомеризм. Стереоиomerизм. Разветвленность. Упорядоченные сополимеры. Набухшие сополимеры.

Общие сведения о полимерах. Надмолекулярные структуры в аморфных полиарилатах и физико-химические способы их регулирования. Кристаллические полиарилаты.

Структура полимеров. Химическая структура полимеров. Физические свойства полимерных цепей и процессы релаксации. Надмолекулярные и надсегментальные структуры. Взаимосвязь между кристаллической и аморфной структурами полимеров.

Природа релаксационных процессов в аморфных веществах. Флуктуационная теория  $\beta$  и  $\alpha$  – релаксации. Два подхода к процессам стеклования в различных веществах. Природа мелкомасштабного  $\beta$ - и  $\alpha$ - процесса релаксации. Кинетические единицы, ответственные за  $\beta$ - и  $\alpha$ - процессы релаксации. Крупномасштабный  $\lambda$ - процесс релаксации в жидкостях. Молекулярные сетки и физические узлы в полимерах. Локальные физические узлы. Узлы зацеплений. Водородные связи в полимерах. Микрообъемные физические узлы молекулярной сетки и  $\lambda$ - процессы релаксации в полимерах. Молекулярные сетки и вязкое течение.

Стеклование полимеров и  $\alpha$ - процесс релаксации. Двойственная природа стеклования. Стеклование и  $\alpha$ - релаксации. Температурная зависимость времени релаксации. Структурное и механическое стеклование.

Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.

Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.

Термический анализ полимеров. Полярографический метод исследования полимеров.

#### **Лабораторные работы.**

1. Определение электрической прочности твердых диэлектриков
2. Определение показателя преломления полимеров и его инкремента
3. Определение модуля упругости полимеров
4. Определение температурных переходов в полимерах методом термомеханического анализа
5. Определение плотности и степени кристалличности полимеров
6. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь в



	твёрдых диэлектриках 7. Определение коэффициента линейного расширения полимеров и температурной зависимости их удельного объема
--	--

5.	Образовательные технологии		
	№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
	1	Введение. Полимеры и классификация.	классическое традиционное; лекционное обучение
	2	Особенности строения полимеров. Регулярные и нерегулярные полимеры.	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
	3	Внутреннее вращение. Потенциальный барьер.	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
	4	Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
	5	Термодинамическая и кинетическая гибкости цепей.	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
	6	Надмолекулярные структуры полимеров и типы.	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
	7	Кристаллические полимеры. Их структура. Ориентированные и неориентированные полимеры.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
	8	Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
	9	Стеклование полимеров и $\alpha$ - процесс релаксации. Двойственная природа стеклования. Стеклование и $\alpha$ - релаксации. Температурная зависимость времени релаксации. Структурное и механическое стеклование.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
	10	Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
11	Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение	

6.	<b>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</b>
----	---

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>





Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет

	Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>
	Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm</a>
	Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
	Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
	Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
	Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
7.	<b>Формы текущего контроля</b>	
	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы. Допуск к лабораторной работе и защита отчета.	
8	<b>Форма промежуточного контроля - Экзамен</b>	

Разработчик: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» - Торшхоева З.С.