

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИМ. Н.С. ЕНИКОЛОПОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИСПМ РАН)**

УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом ИСПМ РАН
протокол № 1 от "10" февраля 2022 г.
Председатель Ученого совета
член-корр. РАН С.А. Пономаренко



**Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины
«ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ И
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Направление подготовки
1.4. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Направленность (профиль) программы
1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Форма обучения – очная

Москва

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: формирование фундаментальных знаний и экспериментальных навыков в области физики и физической химии полимеров и полимерных композиций; освоение методологии исследования структуры, физических и физико-химических свойств полимеров и многокомпонентных полимерных систем.

Задачи дисциплины: подготовить квалифицированных специалистов в области физики и физикохимии полимеров, способных к самостоятельной и продуктивной научной деятельности. Привить им навыки современного эксперимента и теоретического анализа экспериментальных данных. Обучить методологии исследования структуры, физических и физико-химических свойств полимеров и многокомпонентных полимерных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина входит в Основную профессиональную образовательную программу - программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 1.4. Химические науки, относится к дисциплинам, имеющим целью подготовку аспиранта к кандидатскому экзамену по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения, и является обязательной для изучения в период, указанный в индивидуальном плане работы аспиранта.

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь высшее образование и базовые знания в области науки о полимерах. Они должны включать представления о структуре, методах синтеза, физических и физико-химических свойствах полимеров. Необходимы также практические навыки в области аналитической, органической, физической и коллоидной химии в рамках соответствующих курсов специализированного высшего учебного заведения.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В курсе излагаются основные понятия физики полимеров и полимерных композиций, дается понимание базовых принципов физических и физико-химических методов исследования полимеров и многокомпонентных полимерных систем.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций, в результате приобретения которых аспирант должен обладать:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);
- способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (ПК-1);

- способностью и готовностью применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки научной и профессиональной информации; получать информацию из различных источников, в том числе с использованием современных компьютерных средств, сетевых технологий, баз данных и знаний (ПК-2);
- способностью и готовностью организовать и осуществить комплексные исследования в области полимерных материалов с функциональными свойствами (ПК-3);
- способность и готовность организовать и осуществить комплексные исследования в области полимерных материалов с функциональными свойствами (ПК-4);
- способность и готовность к проведению фундаментальных и прикладных исследований структуры и свойств смесей полимеров, взаимосвязи структуры и свойств полимерных смесей с их эксплуатационными характеристиками (ПК-5);
- готовностью к созданию новых экспериментальных установок для проведения лабораторных практикумов, к разработке учебно-методической документации для проведения учебного процесса (ПК-8)

В результате освоения дисциплины аспиранты будут:

знать: способы анализа имеющейся информации; методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий; сущность информационных технологий; принципы организации работы исследовательского коллектива в области химии и смежных наук; основные классы высокомолекулярных соединений, способы их синтеза и модификации; основы знаний о строении и физико-химических свойствах высокомолекулярных соединений, а также типовые методы анализа и контроля условий химических реакций, основное оборудование и приборы для синтеза и анализа полимеров; основные первичные источники (научные периодические издания) и информационные системы и базы данных; источники информации о теоретических основах химии и физики высокомолекулярных соединений, биополимерах, полимерных смесей, полимерных композитов и нанокompозитах, о методах их получения и исследования, о принципах создания новых функциональных полимерных материалов; агрегатные, фазовые и физические состояния аморфных, кристаллических и сетчатых полимеров; природу прочности полимеров, обусловленную химическими связями, когезионным взаимодействием и типом химической и физической структуры полимеров; специфику деформационных и прочностных свойств полимеров в каждом из физических состояний, особенности растворов и расплавов полимеров; основные закономерности изменения физических свойств полимеров и полимерных систем в зависимости от их структуры и состава; методические подходы, их преимущества и ограничения к созданию новых полимерных материалов и полимерных композитов, теоретические основы и методы их диагностики; новые технические и научные достижения в области химии и физики полимеров и полимерных систем; новые методы исследования структуры и свойств полимерных материалов; физико-химические методы исследования структуры и свойств мономеров и полимеров, выявлять особенности и области применения получаемых соединений; нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей; последние достижения в области инструментальной техники изучения структуры и свойств полимерных материалов.

уметь: ставить задачу и выполнять научные исследования при решении конкретных задач по химии и физике высокомолекулярных соединений, биополимеров, смесей полимеров и полимерных композитов и нанокompозитов с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств; применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации с использованием современных компьютерных технологий; организовать работу исследовательского коллектива в области химии и физики высокомолекулярных соединений и смежных наук; обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями, выявлять перспективные направления, составлять программу исследований; обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость избранной темы научного исследования; проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой; самостоятельно решать сложные теоретические и прикладные задачи в области высокомолекулярных соединений; практически использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты и испытания, осуществлять обработку и анализ результатов; организовать научно-исследовательскую работу в области изучения и изменения свойств полимеров, разрабатывать планы НИР, задания для исполнителей; проводить обработку и анализ результатов, обобщать их в виде научных статей в ведущих профильных журналах; находить необходимую информацию из доступных источников; анализировать и систематизировать полученную информацию; анализировать результаты экспериментальных исследований в области физики полимеров; применять методы планирования экспериментов и обработки их результатов; реализовывать знания в области химии и физики полимеров и композитов и методов их исследований; использовать оригинальные методики исследования и обобщать полученные результаты; использовать полученные знания для решения задач профессиональной деятельности; систематизировать и обобщать как уже имеющуюся в литературе, так и самостоятельно полученную в ходе исследований информацию; осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки; проявлять инициативу и самостоятельность в разнообразной деятельности; использовать оптимальные методы преподавания.

владеть: методами самостоятельного анализа имеющейся информации; практическими навыками и знаниями использования современных компьютерных технологий в научных исследованиях; современными компьютерными технологиями для сбора и анализа научной информации; навыками организации работы исследовательского коллектива в области высокомолекулярных соединений; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии; навыками литературной и деловой письменной и устной речи, навыками научной речи; методологией исследований высокомолекулярных полимеров и иметь способность к разработке новых методов и методик и их применению в научно-исследовательской деятельности; практическими навыками использования современных приборов и методик исследования высокомолекулярных соединений, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов; методами работы с основными базами данных химической информации и оборудованием по теме исследования; представлениями об общих закономерностях, описывающих фазовое поведение полимерных смесей и взаимодействия на границе раздела фаз; умениями и навыками исследования структуры и свойств полимерных смесей; инструментальными методами исследования структуры и свойств смесей полимеров; специфическими компьютерными информационными технологиями по

получению и анализу химической информации; умениями и навыками исследования структуры и функционально важных свойств высокомолекулярных соединений и полимерных композитов; оригинальными методами исследования структуры и свойств полимерных материалов; умением обработать полученную информацию в виде публикаций в научных журналах; методикой критического анализа данных информационных ресурсов и их соотношения с получаемыми экспериментальными данными; навыками создания экспериментальных установок для определения основных характеристик исследуемых систем; методами и технологиями межличностной коммуникации; навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), в том числе 78 часов аудиторных занятий, 30 часов самостоятельной работы и 36 часов – контроль.

4.1. Структура дисциплины

Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)					Вид итогового контроля	
	Все-го	Всего аудит.	Из аудиторных				Самостоятельная работа
			Лекц.	Лаб.-пр.	Семи-нар.		
Физика поли-меров и поли-мерных компо-зиционных ма-териалов	144	112	56	28	28	32	зачет

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
		Лекции	Лаб.-пр.	Семинар.	
1	Конформационная статистика полимерных цепей	6	-	4	6
2	Высокомолекулярные соедине-	10	4	4	4

	ния в растворе				
3	Физические и фазовые состояния полимеров	10	4	4	6
4	Физико-механические свойства полимеров	10	6	4	4
5	Электрооптические и магнитные свойства полимеров и полимерных композитов	6	4	4	4
6	Теплофизические свойства и проницаемость полимеров	6	4	4	4
7	Полимерные нанокомпозиты	8	6	4	4

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	Конформационная статистика полимерных цепей	Конфигурация и конформация макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободно-сочлененная цепь, цепь с фиксированными углами. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами. Конформация макромолекул и конформационная энергия. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул. Гибкость полимерных цепей и ее характеристики. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Ближние и дальние взаимодействия. Размеры и формы реальных цепных молекул и их экспериментальное определение. Понятие о статистическом сегменте.	Лекции, семинар.
2	Высокомолекулярные соединения в растворе	Термодинамика растворов полимеров. Взаимодействия в растворах полимеров.. Теория Флори-Хаггинса. θ -температура. Объемные эффекты. Светорассеяние в растворах полимеров. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Диффузия и седиментация макромолекул в растворе. Методы фракционирования полимеров. Растворы полиэлектролитов. Концентрированные растворы полимеров. Фазовые диаграммы полимер-растворитель. Полимеры как матрицы для твердых электролитов. Иономеры.	Лекции, семинар., лаб.-пр.
3	Физические и фазовые состояния полимеров	Структура и свойства полимерных стекол. Современные представления об аморфном состоянии и структуре стеклообразных полимеров. Стеклообразование полимеров и методы его определения. Теории стеклования. Явление вынужденной эластичности. Природа больших деформаций и деформаций в области криогенных температур. Высокоэластическое состояние. Основ-	Лекции, семинар., лаб.-пр.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
		ные свойства высокоэластического состояния полимеров. Статистическая теория деформации макромолекул. Сеточная теория высокоэластичности. Основное уравнение кинетической теории высокоэластичности. Термодинамика деформации эластомеров. Термоупругая инверсия. Тепловые эффекты при деформации. Кристаллизация эластомеров при деформации. Вязко-текучее состояние и основы реологии полимеров. Закономерности течения расплавов полимеров, кривые течения, закон течения, механизм течения. Энергия и энтропия активации вязкого течения, их зависимость от параметров молекулярной структуры и от напряжения сдвига. Зависимость теплоты активации от температуры. Ньютоновская вязкость, методы определения и зависимость от структуры, молекулярной массы полимера и температуры. Уравнение Вильямса-Ландела-Ферри. Прочностные характеристики расплавов. Структура и свойства кристаллических полимеров. Условия образования кристаллического состояния в полимерах. Основные типы кристаллических структур макромолекул. Упаковка цепных молекул в кристаллах. Морфология кристаллических полимеров. Ламеллярные кристаллы. Сферолиты. Кристаллы с выпрямленными цепями. Степень кристалличности и методы ее определения. Дефекты полимерных кристаллов и их природа. Полимерные монокристаллы. Кристаллизация и плавление полимеров, методы исследования. Кристаллизация из разбавленных растворов и расплавов. Зародышеобразование и рост. Кинетическая теория кристаллизации. Первичная и вторичная кристаллизация. Частичное плавление и рекристаллизация. Отжиг полимеров. Особенности кристаллизации полимеров в	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
		полимерных композитах. Жидко-кристаллическое состояние полимеров. Ближний и дальний порядок. Типы симметрии. Мезоморфные состояния. Области применения жидкокристаллических полимеров.	
4	Физико-механические свойства полимеров	Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость. Обобщенная форма закона Гука, измерение модулей упругости. Идеальное пластическое тело, процесс развития пластических деформаций. Влияние гидростатического давления, температуры и скорости деформации на предел текучести. Релаксационные явления в полимерах. Релаксационный характер процессов деформации. Гистерезисные процессы. Ползучесть и релаксация напряжения. Принцип суперпозиции. Спектр времен релаксации и запаздывания. Динамические свойства полимеров: комплексный модуль и комплексная податливость. Соотношение между комплексным и релаксационным модулями. Линейная вязкоупругость. Принцип температурно-временной эквивалентности. Долговечность. Понятие о теоретической прочности полимеров. Кинетическая теория разрушения. Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров. Механизм пластического и хрупкого разрушения. Образование микротрещин. Распространение трещин. Статическая и динамическая усталость.	Лекции, семинары, лаб.-пр.
5	Электрооптические и магнитные свойства полимеров и полимерных композитов (ПКМ)	Оптические свойства полимеров: коэффициент светопропускания, спектральный коэффициент пропускания, светостойкость, светорассеяние, показатель преломления и оптический коэффициент напряжения и оптическая нетермостойкость. Факторы, определяющие уровень этих показателей. Старение оптических полимеров.	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
		Электрические свойства полимеров-диэлектриков и полимеров-проводников. Диэлектрическая поляризация и дипольные моменты полимеров. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери, электрическая прочность полимеров и ПКМ. Электризация полимеров и электрический пробой. Допирование полисопряженных полимеров: синтетические металлы и методы их получения. Электрические и оптические свойства полисопряженных полимеров. Перспективы использования полисопряженных полимеров для создания полимерной электроники, включающей высокопроводящие, полевые, электролюминесцентные, нелинейно-оптические элементы и устройства. Магнетосопротивление полимеров и ПКМ. ПКМ с высокими и низкими значениями комплексной диэлектрической и магнитной проницаемостей, связь между составом и структурой, методы определения. Линейные и нелинейные эффекты в полимерах и полимерных композитах. Сенсоры на основе полимеров и ПКМ.	Лекции, семинары, лаб.-пр.

6	Теплофизические свойства и проницаемость полимеров	Плотность полимеров. Особенности теплового расширения полимеров. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность полимеров. Модели транспортных процессов. Влияние основных параметров полимеров и других ингредиентов композиционных материалов на теплофизические свойства. Газопроницаемость полимеров. Диффузия в полимерах. Сорбция газов и паров. Ионный обмен. Селективная проницаемость полимерных материалов, методы определения.	Лекции, семинары, лаб.-пр.
7	Полимерные нанокомпозиты	Термодинамика совместимости полимеров. Межфазные явления на границах раздела полимер-полимер, полимер-наполнитель. Структура и свойства межфазных слоев. Термодинамика взаимодействия компонентов в полимерных смесях и ПКМ. Адгезия. Фазовая структура и морфология. Физические свойства ПКМ. Микромеханика смесей полимеров. Деформация и разрушение твердых тел на основе полимерных смесей. Упругие и вязкоупругие свойства ПКМ. Модели, описывающие зависимость модуля упругости ПКМ от характеристик компонентов. Прочность, вязкость разрушения, усталостная выносливость. Тепловое расширение, тепло- и электропроводность ПКМ. Особенности зависимостей физических свойств ПКМ от типа наполнителя и распределения наполнителей в композиционном материале. Трение и износ полимеров. Особенности трения полимеров. Природа и механизм трения. Закон трения, влияние времени контакта, скорости скольжения и температуры. Износ полимеров. Связь явлений трения и износа. Усталостный износ, абразивный износ, общие закономерности, влияние внешних факторов.	Лекции, семинары, лаб.-пр.

		Наполнители с нанометровым размером частиц. Структура и свойства наноком- позитов. Нанокомполиты с новыми оп- тическими, электронными, магнитными, электрическими и другими функциями с применением углеродных нанотрубок, фуллеренов, металлов и оксидов метал- лов.	
--	--	---	--

5. Образовательные технологии

1. Активные образовательные технологии: лабораторно-практические занятия.
2. Сопровождение лекций визуальным материалом в виде слайдов, проецируемых на экран с помощью видеопроектора.
3. Использование интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

Виды самостоятельной работы:

- в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет,
- в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам,
- самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

7. Фонд оценочных средств

Формы контроля знаний – устный групповой опрос, зачет, включающий теоретические вопросы.

Контрольные вопросы к дифференцированному зачету:

1. Конформационная статистика полимерных цепей

Молекулярная масса полимера и коэффициент полимеризации. Молекула и звено. Особенности этих понятий. Полидисперсность полимеров. Понятие о средних молекулярных массах. Способы характеристики полидисперсности.

2. Высокомолекулярные соединения в растворе

Особенности термодинамического поведения макромолекул в растворах по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Понятие об исключенном объеме. Второй вириальный коэффициент. θ -условия.

Вискозиметрия как метод определения молекулярной массы. Гель-проникающая хроматография и определение ММР. Определение молекулярной массы и ММР методом центрифугирования. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярным весом (уравнение Марка-Хаувинка).

3. Физические и фазовые состояния полимеров

Три физических состояния полимеров. Термомеханический метод исследования. Хрупкость полимерных стекол. Влияние химического строения и молекулярной массы полимеров на температуру стеклования и температуру хрупкости. Пластификация полимеров. Основные типы пластификации.

Кристаллическое состояние полимеров. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров. Основные физические методы анализа структуры (электронография, рентгенография и др.)

Жидкокристаллическое состояние (ЖКС) полимеров. Ближний и дальний порядок. Типы симметрии: смектическая, холестерическая, нематическая. Мезофазы. Особенности полимеров, дающих ЖКС. Области применения жидкокристаллических полимеров. Методы оптической и электронной микроскопии исследования полимеров.

4. Физико-механические свойства полимеров

Физико-механические свойства аморфных полимеров. Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость. Обобщенная форма закона Гука, измерение модулей упругости. Идеальное пластическое тело, процесс развития пластических деформаций. Влияние гидростатического давления, температуры и скорости деформации на предел текучести. Релаксационные явления в полимерах.

Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров. Механизм пластического и хрупкого разрушения. Трение и износ полимеров.

5. Электрооптические и магнитные свойства полимеров и полимерных композиций

Электрические свойства полимеров-диэлектриков и полимеров-проводников. Диэлектрическая поляризация и дипольные моменты полимеров. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери, электрическая прочность полимеров и ПКМ. Электризация полимеров и электрический пробой. Электрофизические методы исследования свойств полимеров и полимерных композиционных материалов.

6. Теплофизические свойства и проницаемость полимеров

Плотность полимеров. Особенности теплового расширения полимеров. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность полимеров. Особенности теплофизического поведения композиционных материалов. Теплофизические методы исследования полимеров. Дилатометрия. Дифференциальный термический анализ. Калориметрия. Проницаемость полимеров. Газопроницаемость полимеров. Диффузия в полимерах. Сорбция газов и паров. Ионный обмен. Селективная проницаемость полимерных материалов, методы определения.

7. Полимерные нанокомпозиты

Виды материалов: полимер-полимерные смеси; ПКМ, армированные непрерывными, короткими волокнами и пластинчатыми наполнителями; наполненные ПКМ, пенополимеры, многокомпонентные ПКМ. Типы и свойства матриц (термопластичные и термореактивные полимеры, полимер-полимерные смеси). Методы получения полимерных композиционных материалов.

Типы ингредиентов, материалы и методы, применяемые для получения нанокомпозитов. Особенности их получения и основные свойства нанокомпозитов, методы исследования нанокомпозитов и их ингредиентов.

Неразрушающие методы исследования ПКМ.

Критерий выполнения задания – подтверждение ответами на контрольные вопросы знания теоретических основ курса.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, который дал полный правильный ответ на вопросы семинара с соблюдением логики изложения материала, но допустил при ответе отдельные неточности, не имеющие принципиального характера. Оценка «хорошо» может выставляться аспиранту, недостаточно чётко и полно ответившему на уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, показавшему неполные знания, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа. При этом хотя бы по одному из заданий ошибки не должны иметь принципиального характера.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если он не дал ответа по основным вопросам; дал неверные, содержащие фактические ошибки ответы на все вопросы; не смог ответить на дополнительные и уточняющие вопросы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. М.: Научный мир, 2009 – 384 с.

2. Аскадский А.А., Попова М.Н., Кондращенко В.И. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования. М.: АСВ, 2015 - 408 с.
3. Гроссберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. Долгопрудный: Интеллект, 2010 – 303 с.
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Лань, 2014 - 368 с.
5. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007 – 573 с.
6. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000 – 192 с.

б) дополнительная литература:

1. Бартенев Г.М., Бартенева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992 – 383 с.
2. Бартенев Г.М., Френкель С. Я. Физика полимеров. Л.: Химия, 1990 - 432 с.
3. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.: Физматлит, 2008 – 378 с.
4. Вундерлих Б. Физика макромолекул. В 2-х томах. Т.1. - М.: Мир, 1976 – 623 с.; Т.2. - М.: Мир, 1979 – 576 с.
5. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения. СПб: Профессия, 2018 – 336 с.
6. Чалых А.Е., Герасимов В.К., Михайлов Ю.М. Диаграммы фазового состояния полимерных систем. М.: Янус-К, 1998 – 214 с.

Указанная литература имеется в отделении БЕН РАН в ИСПМ РАН или может быть заказана по Межбиблиотечному абонементу.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

В настоящее время ИСПМ РАН располагает следующими полнотекстовыми электронными информационными ресурсами: Wiley, Elsevier, а также доступом к базам данных по химии: Reaxys и SciFinder и интернет-ресурсам:

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>;
- Национальный WWW-сервер по химии www.chem.msu.ru;
- База данных Американского института научной информации ISI Web of Knowledge <http://apps.isiknowledge.com>;
- Новая электронная библиотека <http://www.newlibrary.ru>;
- Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ИСПМ РАН располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы.

Аудитории для проведения лекций, оснащены оборудованием для демонстрации слайдов компьютерных презентаций.

Компьютеры ИСПМ РАН объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и с возможностью доступа к международным и российским научным базам данных и электронным библиотекам с основными международными научными журналами.

Инструментальная база ИСПМ РАН, используемая в ходе преподавания дисциплины, включает в себя следующие приборы:

- рентгеновский дифрактометр;
- ЯМР-спектрометр;
- аналитическая ВЭЖХ установка с рефрактометрическим детектором, УФ-детектором, детектором по светорассеянию;
- сканирующий электронный микроскоп с приставкой для рентгеновского микроанализа;
- ИК-Фурье спектрометр;
- совмещенный ТГА-ДСК (термогравиметрический анализатор и дифференциальный сканирующий калориметр);
- машина универсальная для испытания полимерных материалов с термокамерой;
- вискозиметр;
- тестер для трибологических измерений;
- прибор для измерения диэлектрических свойств в диапазоне СВЧ, КВЧН;
- прибор для измерения пробойного напряжения полимерных пленок;
- испытательная машина для проведения испытаний полимерных пленок на разрыв, сжатие, изгиб.

Автор

член-корр. РАН, г.н.с.

А.Н. Озерин