

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



**ПРИНЯТО**

Ученым советом ИСПМ РАН  
Протокол № 16 от 26 октября 2017 г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН А.Н. Озерин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**по программе подготовки научно-педагогических кадров  
в аспирантуре**

Направление подготовки  
**04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность (профиль) программы  
**02.00.06 - Высокомолекулярные соединения**

Квалификация  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения – очная

Москва – 2017 г.

## **1. Цель и задачи государственной итоговой аттестации (ГИА)**

### **1.1. Цель ГИА**

Цель ГИА - установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта по основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 04.06.01 Химические науки, профиль «Высокомолекулярные соединения».

### **1.2. Задачи ГИА**

Задачи ГИА:

- определить степень общей готовности аспирантов к профессиональной деятельности;
- установить качество сформированных у аспирантов компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки - 04.06.01 Химические науки, профиль «Высокомолекулярные соединения» (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- принять решения о присвоении квалификации по результатам ГИА и выдаче документа о высшем образовании и присвоения квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Для достижения цели государственной итоговой аттестации выпускников проводится комплексная оценка их уровня подготовки, которая строится с учетом изменений в содержании и организации профессиональной подготовки; охватывает всю группу дисциплин профессиональной подготовки.

Настоящая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 869) и учебного плана подготовки аспирантов в ИСПМ РАН по основной образовательной программе высшего образования (аспирантура) профиль «Высокомолекулярные соединения».

## **2. Место в структуре ОПОП**

Государственная итоговая аттестация в полном объеме относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), к блоку 4. Она завершается присвоением аспиранту квалификации "Исследователь. Преподаватель-исследователь".

В блок 4 «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка и сдача государственного экзамена, а также представление научного доклада об основных результатах подготовленной выпускной квалификационной работы, оформленного в соответствии с требованиями, устанавливаемыми локальным нормативным актом ИСПМ РАН.

ГИА проводится по окончании теоретического периода обучения, в конце 4 года обучения (для очной формы).

Наименование элемента программы	Объем (в зачетных единицах)
<b>Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»</b>	
Государственный экзамен	<b>3</b>
Защита научного доклада по результатам выпускной квалификационной работы (ВКР)	<b>6</b>

Трудоемкость ГИА согласно учебному плану составляет 9 зачетных единиц.

Виды контроля:

- государственный экзамен (3 зачетных единицы);
- защита научного доклада по результатам ВКР (6 зачетных единиц).

### 3. Планируемые результаты обучения

Основой для сдачи ГИА являются дисциплины базовой и вариативной частей программы, изученные аспирантами по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 04.06.01 Химические науки, профиль «Химия высокомолекулярных соединений».

Код компетенции	Формулировка компетенции	Планируемые результаты обучения. Содержание компетенции
<b>Государственная итоговая аттестация</b>		
<b>Государственный экзамен</b>		
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможные сферы и направления профессиональной самореализации;</li> <li>- приемы и технологии целеполагания и целереализации;</li> <li>- пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и тенденций развития области профессиональной деятельности;</li> <li>- формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач;</li> <li>- приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.</li> </ul>
УК-6	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- этические принципы профессии</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- следовать основным нормам, принятым в научном общении, с учетом международного опыта;</li> <li>- осуществлять личностный выбор в морально-ценностных ситуациях, возникающих в профессиональной сфере деятельности;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлениями о категориях и</li> </ul>

		проблемах профессиональной этики.
ОПК-3	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные образовательные технологии; методы и средства обучения с целью обеспечения планируемого уровня личностного и профессионального развития обучающегося;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно выбирать образовательные технологии, методы и средства обучения с целью обеспечения планируемого уровня личностного и профессионального развития обучающегося;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования образовательных технологий, методов и средств обучения с целью обеспечения планируемого уровня личностного и профессионального развития обучающегося.</li> </ul>
ПК-9	Готовность к созданию новых экспериментальных установок для проведения лабораторных практикумов, к разработке учебно-методической документации для проведения учебного процесса	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования;</li> <li>- способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей;</li> <li>- последние достижения в области инструментальной техники изучения структуры и свойств полимерных материалов;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки;</li> <li>- проявлять инициативу и самостоятельность в разнообразной деятельности;</li> <li>- использовать оптимальные методы преподавания;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками создания экспериментальных установок для определения основных характеристик исследуемых систем;</li> <li>- методами и технологиями межличностной коммуникации;</li> <li>- навыками публичной речи, аргументацией, ведения дискуссии.</li> </ul>
<b>Защита научного доклада по результатам выпускной квалификационной работы</b>		
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области высокомолекулярных соединений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач по химии и физике высокомолекулярных соединений и полимерных материалов, в том числе в междисциплинарных областях;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;</li> <li>- критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;</li> <li>- избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования;</li> <li>- навыками выбора методов и средств решения задач исследования.</li> </ul>
УК-4	Готовность использовать современные методы и	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды и особенности письменных текстов и устных выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, в том числе узкоспециальные тексты по</li> </ul>

	технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	<p>химии и физике высокомолекулярных соединений;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подбирать литературу по теме научно-исследовательской работы, составлять двуязычный словарь;</li> <li>- переводить и реферировать специальную научную литературу;</li> <li>- подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснять свою точку зрения и рассказать о своих планах;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обсуждения знакомой темы, делая важные замечания и отвечая на вопросы;</li> <li>- навыками создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его целевой аудитории.</li> </ul>
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможные сферы и направления профессиональной самореализации;</li> <li>- приемы и технологии целеполагания и целереализации;</li> <li>- пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и тенденций развития области профессиональной деятельности;</li> <li>- формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач;</li> <li>- приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.</li> </ul>
УК-6	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- этические принципы профессии</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- следовать основным нормам, принятым в научном общении, с учетом международного опыта;</li> <li>- осуществлять личностный выбор в морально-ценностных ситуациях, возникающих в профессиональной сфере деятельности;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлениями о категориях и проблемах профессиональной этики.</li> </ul>
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы анализа имеющейся информации;</li> <li>- методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий;</li> <li>- сущность информационных технологий;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> </ul>

	методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>аппаратуры и вычислительных средств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации с использованием современных компьютерных технологий;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами самостоятельного анализа имеющейся информации;</li> <li>- практическими навыками и знаниями использования современных компьютерных технологий в научных исследованиях;</li> <li>- современными компьютерными технологиями для сбора и анализа научной информации.</li> </ul>
ПК-1	Способность 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) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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;</li> <li>- 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;</li> <li>- специфику деформационных и прочностных свойств полимеров в каждом из физических состояний, особенности растворов и расплавов полимеров;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями, выявлять перспективные направления, составлять программу исследований;</li> <li>- обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость избранной темы научного исследования;</li> <li>- проводить самостоятельные исследования в соответствии с разработанной программой;</li> <li>- самостоятельно решать сложные теоретические и прикладные задачи в области высокомолекулярных соединений;</li> <li>- практически использовать современные приборы и методики, проводить и организовывать эксперименты и испытания, осуществлять обработку и анализ результатов;</li> <li>- организовать научно-исследовательскую работу в области изучения и изменения свойств полимеров, разрабатывать планы НИР, задания для исполнителей;</li> <li>- проводить обработку и анализ результатов, обобщать их в виде научных статей в ведущих профильных журналах</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией исследований высокомолекулярных полимеров и иметь способность к разработке новых методов и методик и их применению в научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- практическими навыками использования современных приборов и методик исследования высокомолекулярных соединений, проведения и организации экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов.</li> </ul>
ПК-7	Способность организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химические методы исследования структуры и свойств мономеров и полимеров, выявлять особенности и области применения получаемых соединений;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизировать и обобщать как уже имеющуюся в литературе, так и самостоятельно полученную в ходе исследований</li> </ul>

	анализировать их результаты, обобщать в виде научных статей для ведущих профильных журналов	информацию; <b>владеть:</b> - методикой критического анализа данных информационных ресурсов и их соотнесения с получаемыми экспериментальными данными.
ПК-9	Способность к использованию современных физико-химических методов установления строения вещества	<b>знать:</b> - базовые физические и химические принципы, заложенные в основу различных методов исследования строения вещества; - возможности и границы применимости различных физико-химических методов исследования строения вещества; <b>уметь:</b> - обрабатывать экспериментальные данные, полученные с помощью физико-химических методов исследования вещества; - планировать стратегию установления строения вещества; - рационально сочетать различные методы исследования строения вещества; <b>владеть:</b> - способами интерпретации данных, полученных различными физико-химическими методами исследования строения вещества; - методологией сопоставления и критической интерпретации массива данных, полученных всей совокупностью использованных физико-химических методов исследования строения вещества.

#### 4. Структура, формы и содержание ГИА

##### 4.1. Структура и формы ГИА

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры ИСПМ РАН по программе подготовки 04.06.01 «Химические науки», профиль «Высокомолекулярные соединения» (уровень подготовки кадров высшей квалификации) проводится в форме (и в указанной последовательности):

- сдачи государственного экзамена;
- защиты научного доклада об основных результатах выпускной квалификационной работы.

№	Название раздела ГИА (формы ГИА)	Описание раздела ГИА	Самостоятельная работа (акад. ч.)	Итоговый контроль (акад. ч.)	Всего (акад. ч.)
1	Государственный экзамен	Подготовка и сдача устного государственного экзамена	106	3	108
2	Защита научного доклада о результатах выпускной квалификационной работы	Оформление выпускной квалификационной работы, подготовка научного доклада об основных ее результатах и презентации, представление	213	3	216

#### 4.2.1. Содержание раздела 1

Раздел 1 включает в себя подготовку и сдачу устного-письменного государственного экзамена.

Государственный экзамен включает:

1. Вопросы по дисциплинам:

- «Химия полимеров и полимерных композиционных материалов»;
- «Физика полимеров и полимерных композиционных материалов»;
- «Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов»;

2. Вопрос по дисциплине «Методы преподавания химии»;

3. Практическое задание по согласованию с отделом аспирантуры может проводиться в следующих формах:

- открытое лекционное занятие по научной направленности выпускника, проводимое им для студентов в присутствии членов ГЭК;

- открытое семинарское занятие по научной направленности выпускника, проводимое им для студентов в присутствии членов ГЭК;

- публичная лекция по тематике исследований выпускника в присутствии членов ГЭК.

Ответы на данные вопросы и выполнение практического задания позволяют определить сформированность у выпускника компетенций УК-5, УК-6, ОПК-3 и ПК-9.

#### 4.2.2. Содержание раздела 2

Раздел 2 включает в себя оформление выпускной квалификационной работы, подготовку научного доклада об основных ее результатах и презентации, представление научного доклада. Защита научного доклада позволяет оценить сформированность у выпускника компетенций УК-1, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1 ПК-1, ПК-7 ПК-9.

### 5. Фонд оценочных средств ГИА

#### Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

##### 5.1. Химия полимеров и полимерных композиционных материалов

5.1.1. Высокомолекулярные соединения как наука, объектами исследований которой являются макромолекулы синтетического и природного происхождения, состоящие из многократно повторяющихся структурных единиц, соединенных химическими связями, и содержащие в главной цепи атомы углерода, а также кислорода, азота и серы.

Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров. Особенности их химического строения. Синтетические органические, элементоорганические, неорганические и природные полимеры.

Полидисперсность, молекулярная масса, степень полимеризации, молекулярно-массовое и молекулярно-численное распределение олигомеров и полимеров. Стереохимия полимеров.

5.1.2. Реакции получения олигомеров и высокомолекулярных соединений. Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно-координационная, особенности указанных полимеризационных процессов. Полимеризация в растворе, в массе, в суспензии, в эмульсии, в твердой фазе. Термодинамика полимеризационных процессов.

Радикальная полимеризация и ее механизм. Строение мономеров и способность их к

полимеризации, методы инициирования. Кинетика радикальной полимеризации и уравнение скорости полимеризации. Влияние различных факторов на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера. Понятие о длине кинетической цепи.

Ингибиторы и регуляторы радикальной полимеризации. Обратимое ингибирование. Радикальная полимеризация при глубоких степенях превращения. Гель-эффект. Способы проведения радикальной полимеризации: в массе, растворе, твердой фазе, в суспензиях.

Эмульсионная полимеризация и ее особенности. Кинетика и механизмы эмульсионной полимеризации.

Сополимеризация, ее механизм и основные закономерности. Уравнение состава сополимера. Константы сополимеризации и их физический смысл. Связь строения мономеров с их реакционной способностью. Влияние среды, давления и температуры. Схема Q-e Алфрея и Прайса. Статистические, привитые и блок-сополимеры.

Ионная, катионная и анионная, полимеризация. Реакционная способность мономеров в ионных реакциях. Катализаторы и сокатализаторы. Механизмы процесса. Образование активного центра, рост и обрыв цепи. Скорости элементарных реакций. Скорость процессов катионной и анионной полимеризации, влияние среды и температуры на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров. Примеры образования «живых» полимерных цепей.

Сополимеризация катионная и анионная.

Ионно-координационная полимеризация и ее особенности. Катализаторы Циглера—Натта. Ионно-координационная полимеризация на литиевых катализаторах.

Металлоценовый катализ, механизм и кинетика реакций.

Стереорегулярные полимеры и условия их получения. Механизм стереоспецифической полимеризации.

Полиприсоединение. Механизм образования полиуретанов, поликарбамидов и эпоксидных полимеров.

Поликонденсация: равновесная и неравновесная. Типы химических реакций поликонденсации. Функциональность мономеров, олигомеров и ее значение. Реакционная способность функциональных групп.

Равновесная поликонденсация и ее механизм. Кинетика равновесной поликонденсации. Зависимость молекулярной массы полимера от соотношения исходных мономеров; правило неэквивалентности функциональных групп. Способы проведения равновесной поликонденсации.

Неравновесная поликонденсация. Типы неравновесных реакций. Способы проведения неравновесной поликонденсации. Закономерности неравновесной поликонденсации. Межфазная поликонденсация. Механизм реакции и ее основные закономерности. Неравновесная поликонденсация в растворе.

Совместная поликонденсация и ее характерные особенности в случае равновесной и неравновесной поликонденсации. Трехмерная поликонденсация и ее закономерности. Влияние функциональности исходных соединений. Разнозвенность полимеров, получаемых методами поликонденсации.

5.1.3. Синтез мономеров и полисопряженных полимеров на их основе, химическое строение, молекулярная и надмолекулярная структура типичных полисопряженных полимеров: полиацетилена, полидиацетиленов, полианилинов, полифениленвиниленов, политиофенов и др., понятие об их электронной структуре. Связь между методами их синтеза и строением. Химическая и электрохимическая модификация полисопряженных полимеров.

5.1.4. Основные признаки разветвленных полимеров и методы синтеза, их конфигурация (на уровнях звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Факторы, определяющие конформационные переходы. Структурная модификация и

надмолекулярная структура. Сверхразветвленные полимеры и дендримеры, их синтез и особенности строения.

5.1.5. Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур в процессе синтеза и химических превращений в макромолекулах. Сшитые жесткоцепные и эластичные полимеры. Статистические методы описания процессов образования сшитых полимеров. Параметры сеток. Основные зависимости между структурными характеристиками пространственно сшитых полимеров. Образование пространственных структур в эластомерах и их динамика. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток. Влияние типа поперечных связей на механические свойства сшитых эластомеров.

5.1.6. Смеси полимеров. Истинные и коллоидные растворы смесей полимеров, механизм смешения и типы фазовых структур в смесях полимеров. Смеси полимеров как матрицы для получения полимерных композиционных материалов (ПКМ), специфика синтеза ПКМ с их применением. Многокомпонентные смеси полимеров.

5.1.7. Природные полимеры и их разновидности, методы выделения из природного сырья и идентификации, методы модификации. Целлюлоза, хитин, хитозан и их производные. Применение природных полимеров.

5.1.8. Химическая модификация полимеров. Основные закономерности модификации полимеров. Реакционная способность функциональных групп макромолекул и низкомолекулярных соединений. Эффекты цепи и соседней группы, конфигурационные и конформационные эффекты. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на кинетические закономерности и строение образующихся полимеров. Композиционная неоднородность. Реакции структурирования полимеров и их особенности. Изменение свойств полимеров в результате структурирования. Межмолекулярные реакции и образование трехмерных сеток. Реакции присоединения, отщепления и изомеризации.

5.1.9. Классификация полимерных композиционных материалов и полимерных нанокомпозитов. Виды материалов: полимер-полимерные смеси, ПКМ, армированные непрерывными, короткими волокнами и пластинчатыми наполнителями, дисперсно-наполненные ПКМ, пенополимеры, многокомпонентные ПКМ.

Волокнообразующие полимеры и волоконные полимерные композиты, методы получения и структура.

Тип, форма и основные свойства армирующих наполнителей: непрерывные стеклянные, углеродные, борные, органические и др. Волокна, нити, жгуты, ровинги, ленты и ткани; короткие волокна, маты из них; наполнители плоскостной структуры. Физико-химия поверхности наполнителей.

Типы и свойства матриц (термопластичные и термореактивные полимеры, полимер-полимерные смеси).

Методы получения полимерных композиционных материалов.

5.1.10. Межфазные явления на границах раздела полимер-полимер, полимер-твердое тело. Адгезия. Влияние формы, химического и физического состояния поверхности на свойства ПКМ. Аппреты. Методы химической и физической модификации компонентов ПКМ.

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

5.1.12. Основы технологии полимеров и полимерных композиционных материалов. Методы получения наполнителей, их фракционирование и обработка, способы совмещения функциональных ингредиентов и полимерных матриц. Технология переработки полимеров и ПКМ в полупродукты и изделия.

Традиционные и новые области применения олигомеров, полимеров, ПКМ и нанокомпозитов при решении научных и технических задач.

5.1.13. Деструкция полимеров и композиционных материалов. Основные виды деструкции: химическая, термическая, термоокислительная, фото- и механическая. Старение полимеров. Стабилизация высокомолекулярных соединений. Кинетика механодеструкции полимеров. Предел механодеструкции и причины его существования. Понятие о стойкости полимеров и композиционных материалов к внешним воздействиям.

5.1.14. Горючесть полимеров и ПКМ. Основные процессы, протекающие при горении в конденсированной и газовой фазах. Методы снижения и повышения горючести.

5.1.15. Вторичная переработка полимеров и ПКМ, основные тенденции и современное состояние. Экологические проблемы вторичной переработки полимеров и ПКМ.

## **5.2. Физика полимеров и полимерных композиционных материалов**

5.2.1. Конформационная статистика полимерных цепей. Конфигурация и конформация макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободносочлененная 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.

5.2.2. Высокомолекулярные соединения в растворе. Характер взаимодействия в растворах полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Теория Флори—Хаггинса.  $\theta$ -температура. Объемные эффекты. Концентрированные растворы полимеров. Фазовые диаграммы полимер—растворитель. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Диффузия макромолекул в растворе. Методы фракционирования полимеров. Растворы полиэлектролитов. Полимеры как матрицы для твердых электролитов. Иономеры.

5.2.3. Физические и фазовые состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Аморфные и кристаллические полимеры. Фазовые переходы, механизм кристаллизации и плавления кристаллов. Влияние структуры и внешних воздействий на фазовые переходы.

5.2.4. Структура и свойства полимерных стекол. Современные представления об аморфном состоянии и структуре стеклообразных полимеров. Стеклование полимеров и методы его определения. Теории стеклования. Явление вынужденной эластичности. Природа больших деформаций и деформаций в области криогенных температур.

5.2.5. Высокоэластическое состояние. Основные 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.

5.2.6. Вязкотекучее состояние и основы реологии полимеров. Закономерности течения расплавов полимеров, кривые течения, закон течения, механизм течения. Энергия и энтропия вязкого течения, их зависимость от параметров молекулярной структуры и от напряжения сдвига. Зависимость теплоты активации от температуры. Ньютоновская вязкость, методы определения и зависимость от молекулярной структуры и молекулярной массы полимера, температуры. Уравнение Вильямса-Ландела-Ферри. Прочностные характеристики расплавов.

5.2.7. 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 полимерных композитах.

5.2.8. Жидкокристаллическое состояние полимеров. Ближний и дальний порядок. Типы симметрии. Мезоморфные состояния. Области применения жидкокристаллических полимеров.

5.2.9. Ориентированное состояние полимеров. Особенности ориентированного состояния полимеров. Строение и свойства ориентированных полимеров. Структурные модели. Основные методы ориентации полимеров и методы оценки.

5.2.10. Моделирование молекулярной и надмолекулярной структур олигомеров, полимеров и сополимеров в растворах, расплавах и полимерных твердых тел в аморфном, полукристаллическом кристаллическом состояниях. Моделирование процессов, протекающих на стадии образования макромолекул. Модельные представления о смесях полимеров и полимеров с введенными в их состав функциональными ингредиентами.

5.2.11. 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.

5.2.12. 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.

Межатомное взаимодействие в полимерах. Динамика и энергетика растяжения отдельной межатомной связи и цепной макромолекулы. Понятие о теоретической прочности полимеров. Основные теории прочности: Орована, Гриффитса, термофлуктуационная, релаксационная.

Долговечность. Кинетическая теория разрушения. Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров. Механизм пластического и хрупкого разрушения. Образование микротрещин. Распространение трещин. Статическая и динамическая усталость.

5.2.13. Электрические, оптические и магнитные свойства полимеров и ПКМ. Линейные и нелинейные эффекты в полимерах и полимерных композитах.

Сенсоры на основе полимеров и ПКМ.

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.

5.2.14. 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.

5.2.15. Теплофизические свойства полимеров и ПКМ. Плотность полимеров. Особенности теплового расширения полимеров. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность полимеров и ПКМ. Модели транспортных процессов. Влияние основных параметров полимеров и других ингредиентов ПКМ на их теплофизические свойства.

5.2.16. 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.

5.2.17. Проницаемость полимеров. Газопроницаемость полимеров. Диффузия в полимерах. Сорбция газов и паров. Ионный обмен. Селективная проницаемость полимерных материалов, методы определения.

5.2.18. Термодинамика совместимости полимеров. Фазовая структура и морфология. Микромеханика смесей полимеров. Деформация и разрушение твердых тел на основе полимерных смесей.

5.2.19. Межфазные явления на границах раздела полимер-полимер, полимер-твердое тело. Адгезия. Термодинамика взаимодействия компонент в полимерных смесях и ПКМ. Структура и свойства межфазных слоев.

5.2.20. Физические свойства ПКМ: прочность, вязкость разрушения, усталостная выносливость. Упругие и вязкоупругие свойства ПКМ. Модели, описывающие зависимость модуля упругости ПКМ от характеристик компонентов.

Тепловое расширение, тепло- и электропроводность ПКМ. Особенности зависимостей физических свойств ПКМ от типа наполнителя и распределения наполнителей в композиционном материале.

5.2.21. Наноккомпозиты. Наполнители с нанометровым размерным размером частиц. Структура и свойства наноккомпозитов. Наноккомпозиты с новыми оптическими, электронными, магнитными, электрическими и другими функциями с применением углеродных нанотрубок, фуллеренов, металлов и оксидов металлов.

5.2.22. Понятие о применении полимеров и ПКМ в функциональных и интеллектуальных (smart) структурах. Полимерные материалы, применяемые для их получения: связь между их компоновкой, внешними воздействиями и откликом. Сенситивные и адаптивные структуры и полимерные материалы для них. Термо- и фотохромные, химотронные, тензочувствительные и др. Материалы для интеллектуальных структур.

### **5.3. Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов**

5.3.1. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов. Методы обработки экспериментальных данных и определение достоверности полученных результатов: доверительный интервал, относительная и абсолютная погрешности измерений.

Экспериментальные методы исследования структуры макромолекул в растворе (вискозиметрия, светорассеяние, седиментация, двойное лучепреломление).

5.3.2. Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением.

5.3.3. Флуоресцентный анализ полимеров.

5.3.4. Электронный и ядерный парамагнитный резонансы. Сущность методов, аппаратура, области применения. Метод спиновой метки. ЯМР высокого и низкого разрешения.

5.3.5. Теплофизические методы. Дилатометрия. Дифференциальный термический анализ. Калориметрические методы.

5.3.6. Масс-спектрометрия. Сущность метода, аппаратура, области применения. Времяпролетная масс-спектрометрия.

5.3.7. Рентгеноструктурный анализ полимеров. Изучение размеров и ориентации упорядоченных областей кристаллических полимеров. Большие периоды в полимерах. Специфика исследования смесей полимеров и ПКМ.

5.3.8. Оптическая и электронная микроскопия.

5.3.9. Физико-механические методы. Термомеханический метод.

5.3.10. Неразрушающие методы исследования ПКМ.

5.3.11. Динамические методы. Диэлектрическая и механическая спектроскопия.

5.3.12. Электрофизические методы исследования свойств полимеров и ПКМ.

5.3.13. Туннельная микроскопия.

5.3.14. Полярография и другие электрохимические методы.

5.3.15. Транспортные методы для исследования полимеров. Обращенная и гель-проникающая хроматография.

5.3.16. Особенности методов исследования нанокompозитов и их ингредиентов.

#### **5.4. Методы преподавания химии**

5.4.1. Вузовское и школьное химическое образование.

Методика преподавания химии как предмет и её научные основы. Краткий экскурс в историю становления и развития методики преподавания химии. Связь с другими науками. Вузовское и школьное химическое образование в России. Цели химического образования. Содержание химического образования. Базовый и профильный уровни химии в школе. Программа «Химия» в классических университетах. Вузовская химия для химических и нехимических специальностей вузов. Преемственность школьного и вузовского химического образования.

5.4.2. УМК по химии в школе и в классическом университете.

Классификация современных курсов химии. Выработка критериев определения объема и сложности содержания курса химии. Основные принципы и пути реализации курса химии в школе и вузе. Взаимосвязь с другими учебными курсами. Учебно-методические комплексы по химии в школе и в классическом университете - учебник, практикум, сборник задач и упражнений, рабочие материалы. Проблема школьного и вузовского учебника по химии.

5.4.3. Работа преподавателя в школе и в вузе: формы и особенности каждого направления.

Основные направления работы школы и вуза. Учебная, методическая работа, организационно-методическая работа преподавателя в школе и в вузе; формы и особенности каждого направления. Олимпиадный подход в обучении химии.

5.4.4. Организационные формы обучения химии в школе и в вузе.

Организационные формы обучения химии в школе и в вузе. Урок - основная форма обучения в школе. Лекционно-семинарская система обучения в вузе. Система организационных форм обучения химии в классическом университете на примере курсов химии для химических и нехимических специальностей.

5.4.5. Химический эксперимент в средней и в высшей школе.

Средства обучения химии в школе и в вузе. Моделирование в среднем и высшем химическом образовании. Химический эксперимент в средней и в высшей школе. Мысленный

эксперимент. Кабинет химии в школе и помещение практикума и химической лаборатории в вузе. Методические особенности работы лаборанта в школе и помощника лектора (лекционного ассистента) в вузе.

#### 5.4.6. Обзор методов обучения химии.

Обзор методов обучения химии. Личностно-ориентированный подход в преподавании - основа современного образования. Знания: типы, функции, значение.

#### 5.4.7. Методика решения химических задач.

Методика решения химических задач. Основные типы химических задач в школе и в вузе. Задачи различного уровня сложности: от элементарных до олимпиадных и исследовательских.

#### 5.4.8. Контроль результатов обучения.

Контроль результатов обучения. Организационные формы и типы контроля. Способы контроля. Система задач и упражнений. Обработка результатов контроля знаний. Рейтинговая система оценки знаний по химии, использование ее при обучении химии в школе и в вузе. Роль, значение и функции проверки и оценки знаний и умений, учащихся по химии.

#### 5.4.9. Самостоятельная работа обучающихся в школе и в вузе.

Самостоятельная работа обучающихся в школе и в вузе как метод и как форма обучения. Виды самостоятельной работы. Организация самостоятельной работы. Домашняя и внеклассная учебная деятельность. Внеурочная деятельность - элективные и факультативные занятия, олимпиады, исследовательская работа школьников.

#### 5.4.10. Научно-исследовательская деятельность в школе и в вузе.

Научно-исследовательская деятельность в школе и в вузе. Проектная деятельность школьников по химии. НИР студентов; реферативные курсовые, дипломные работы, доклады, тезисы докладов, научные статьи. Методические аспекты руководства проектами и научно-исследовательской работой.

#### 5.4.11. Профессиональный стандарт школьного педагога и вузовского преподавателя.

Правовые и экономические вопросы школьного и вузовского химического образования. «Болевые точки» современного химического образования. Профессиональный стандарт школьного педагога и вузовского преподавателя. Подготовка и повышение квалификации преподавателей химии в высшей и в средней школе.

#### 5.4.12. Информационные технологии в обучении химии.

Информационные технологии в обучении химии (по уровням образования). Дистанционная поддержка очного обучения химии. Химические ресурсы Интернета и их использование при обучении химии.

### 5.5. Критерии оценки экзаменационных вопросов:

- оценка «ОТЛИЧНО» ставится, если выпускник демонстрирует свободное владение материалом, грамотно и четко отвечает на дополнительные вопросы;

- оценка «ХОРОШО» выставляется, если экзаменуемый достаточно полно и верно ответил на вопросы билета и большинство дополнительных вопросов;

- оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» ставится в случае связного изложения подготовленного материала и отсутствии правильных ответов на поставленные вопросы;

- оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется, если экзаменуемый не может изложить материал и ответить на общеобразовательные вопросы.

### 5.6. Критерии оценки практического задания:

Критерии	Количество баллов
<p>I. Критерии оценки содержания лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. структурированность содержания лекции: наличие плана, списка рекомендуемой литературы, вводной, основной и заключительной части лекции;</li> <li>2. информативность: раскрытие основных понятий темы; сочетание теоретического материала с конкретными примерами;</li> <li>3. ясность и доступность материала с учётом подготовленности обучающихся.</li> </ol>	0/1/2/3
<p>II. Критерии оценки методики чтения лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. оказание студентам помощи в ведении записи лекции (акцентирование материала лекции, выделение голосом, интонацией, темпом речи наиболее важной информации, использование пауз для записи таблиц, вычерчивание схем и т.п.);</li> <li>2. использование методов активизации мышления студентов;</li> <li>3. использование приёмов закрепления информации (повторение, включение вопросов на проверку понимания, усвоения и т. п., подведение итогов в конце рассмотрения каждого вопроса, в конце всей лекции).</li> </ol>	0/1/2/3
<p>III. Критерии оценки организации лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. чёткость начала лекции (задержка во времени, вход лектора в аудиторию, приветствие, удачность первых фраз и т.п.);</li> <li>2. использование раздаточного материала на лекции;</li> <li>3. дисциплина на лекции.</li> </ol>	0/1/2/3
<p>IV. Критерии оценки руководства работой студентов на лекции:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. осуществление контроля за ведением студентами конспекта лекций;</li> <li>2. использование приёмов поддержания внимания и снятия усталости студентов на лекции (риторические вопросы, шутки, исторические экскурсы, рассказы из жизни учёных и т.п.);</li> <li>3. разрешение задавать вопросы лектору (в ходе лекции или после неё).</li> </ol>	0/1/2/3
<p>V. Критерии оценки лекторских данных выпускника:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. культура речи;</li> <li>2. убеждённость;</li> <li>3. эмоциональность, манера чтения (живая, увлекательная, монотонная, скучная).</li> </ol>	0/1/2/3

--	--

Максимальное количество баллов, которое аспирант может получить за практическое задание – 15. Итоговый балл представляет собой сумму баллов, полученных по каждому из пяти критериев.

Оценка «отлично» - 15-12 баллов.

Оценка «хорошо» - 11-9 баллов.

Оценка «удовлетворительно» - 8-6 баллов.

Оценка «неудовлетворительно» - 1-5 баллов.

### **5.7.Критерии, по которым оценивается представление научного доклада об основных результатах подготовленной ВКР:**

- 1) актуальность темы исследования (УК-1);
- 2) грамотность и логичность изложения материала (ОПК-1, УК-6);
- 3) качество и достоверность полученных результатов (УК-5, УК-6);
- 4) качество и соответствие методологического и методического инструментария исследования поставленной проблеме (УК-5, УК-6);
- 5) качество презентации представленного научного доклада в электронном виде;
- 6) качество публикаций (УК-5, УК-6);
- 7) корректность интерпретации полученных результатов (УК-5, УК-6);
- 8) научная новизна исследования (УК-1);
- 9) полнота, системность, аргументированность решения заявленной проблемы (УК-5, УК-6);
- 10) практическая ценность полученных результатов;
- 11) теоретическая ценность полученных результатов;
- 12) апробация результатов (УК-4);
- 13) умение участвовать в дискуссии и отвечать на поставленные вопросы (ОПК-1);
- 14) уровень самостоятельной теоретической и исследовательской проработки поставленной проблемы (ПК-1, ПК-7, ПК-9).

Результаты представления научного доклада оцениваются: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» выставляется за научный доклад, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую часть исследования, глубокий и критический анализ литературы, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При представлении научного доклада аспирант демонстрирует глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, во время доклада умело использует наглядный или раздаточный материал, грамотно отвечает на вопросы членов государственной экзаменационной комиссии.

«Хорошо» выставляется за научный доклад, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую часть исследования, достаточный анализ литературы, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, но не достаточно обоснованными положениями. При представлении научного доклада аспирант демонстрирует хорошее знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, во время доклада умело использует наглядный или раздаточный материал, достаточно четко отвечает на вопросы членов государственной

экзаменационной комиссии.

«Удовлетворительно» выставляется за научный доклад, который носит исследовательский характер, имеет теоретическую часть исследования, но характеризуется достаточно поверхностным анализом литературы, в работе просматривается непоследовательность изложения материала и не вполне обоснованы выводы и положения. При представлении научного доклада аспирант проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопроса темы, не всегда дает аргументированные ответы на заданные вопросы.

«Неудовлетворительно» выставляется за научный доклад, который не носит исследовательский характер, не имеет анализа, не отвечает требованиям к оформлению научного доклада. В работе нет выводов, либо они носят декларативный характер. При представлении научного доклада аспирант затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответах допускает серьезные ошибки.

### 6.Формируемые компетенции обучающегося и оценочные средства

Индекс компетенции, расшифровка	Показатель формирования компетенции	Оценочные средства
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Критерии оценки научного доклада 1, 8; вопросы 5.1.1-5.3.16 из перечня вопросов к государственному экзамену
УК-4 Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Сформированные навыки использования современных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках	Критерии оценки научного доклада 12
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Сформированная способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Критерии оценки научного доклада 4, 6, 7, 9; вопросы 5.1.1-5.4.12 из перечня вопросов к государственному экзамену
УК-6 Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности	Успешное и систематическое следование этическим нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных научных коллективах	Критерии оценки научного доклада 2, 3, 4, 6, 7, 9
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в профессиональной области с	Сформированная способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с	Критерии оценки научного доклада 2; вопросы 5.1.1-5.4.12 из перечня вопросов к государственному экзамену

соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	экзамену
ПК-1 Способность 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) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения	Сформированная способность 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) 02.00.06 Высокомолекулярные соединения	Критерии оценки научного доклада 14; вопросы 5.1.1-5.3.16 из перечня вопросов к государственному экзамену
ПК-7 Способность организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, обобщать в виде научных статей для ведущих профильных журналов	Сформированная способность организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, обобщать в виде научных статей для ведущих профильных журналов	Критерии оценки научного доклада 14; вопросы 5.3.1-5.3.16 из перечня вопросов к государственному экзамену
ПК-9 Способность к использованию современных физико-химических методов установления строения вещества	Сформированные систематические представления о современных физико-химических методах установления строения вещества	Критерии оценки научного доклада 14; вопросы 5.3.1-5.3.16 из перечня вопросов к государственному экзамену

## 7. Образовательные технологии

Для формирования заявленных компетенций основной стратегической образовательной технологией является самообучение и работа с научным руководителем.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 8.1. Основная литература

**8.1.1. Химия, физика, методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов**

1. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физическую химию полимеров. М.: Научный мир, 2009.
2. Ельяшевич М.А., Атомная и молекулярная спектроскопия, М.: Эдиториал УРСС, 2001.
3. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Юрайт, 2016.
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Лань, 2014.
5. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. Москва, Мир, 2006.
6. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Академия, 2010.
7. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.
8. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000.

### **8.1.2. Методы преподавания химии**

1. Попков ВА, Коржуев А.В. Теория и практика высшего профессионального образования.— М.: Академический Проект, 2004.
2. Матвеева Э.Ф. Методика преподавания химии. - Издательский дом «Астраханский университет». 2014
3. Зайцев О.С. Практическая методика обучения химии в средней и высшей школе Учебник М.: Издательство КАРТЭК, 2012.

## **8.2. Дополнительная литература**

### **8.2.1. Химия, физика, методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов**

1. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.: Физматлит, 2008.
2. Виноградова С.В., Васнев В.А., Поликонденсационные процессы и полимеры. М.: Наука, 2000.
3. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. Долгопрудный: Интеллект, 2010.
4. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
5. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения. СПб: Профессия. 2007.
6. Нифантьев И.Э., Ивченко П.В. Методическое пособие «Практический курс спектроскопии ядерного магнитного резонанса», химфак МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006.
7. Полимерные композиционные материалы. Структура, свойства, технология./ Под. Ред. А.А. Берлина. СПб.: Профессия, 2008.
8. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000.
9. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии. М.: Техносфера, 2010.
10. Фримэн Р., Магнитный резонанс в химии и медицине, Изд.: Красанд, 2009.

### **8.2.2. Методы преподавания химии**

1. Космодемьянская С.С., Гильманшина С.И. Методика обучения химии. -Казань. ТГГПУ, 2011/
2. Сорокопуд Ю.В. Педагогика высшей школы. - Ростов н/Д: Феникс, 2011/
3. Естественнонаучное образование: вызовы и перспективы. Сборник / Под общей ред. академика В.В.Лунина и проф. Н.Е.Кузьменко. — Издательство Московского университета Москва, 2013/

### 8.3. Интернет-ресурсы

Издательство Springer Nature

- Платформа Springer Link  
Более 3000 журналов Springer 1997-2018 гг.  
Более 70 000 электронных книг Springer: 2005-2017 гг (2005-2010 через РФФИ и 2011-2017 через ГПНТБ), включая монографии, справочники и труды конференций.  
Ссылка: [link.springer.com](http://link.springer.com)
- Платформа Nature  
Более 90 естественнонаучных журналов, включая старейший и один из самых авторитетных научных журналов — Nature.  
Ссылка: [www.nature.com/siteindex/](http://www.nature.com/siteindex/)
- База данных Springer Materials  
Springer Materials — это самая полная база данных, описывающая свойства и характеристики материалов. Она аккумулирует информацию из таких дисциплин, как материаловедение, физика, физическая и неорганическая химия, машиностроение и др.  
Ссылка: [materials.springer.com](http://materials.springer.com)
- База данных zbMath  
zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов из более 3000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др.  
Ссылка: [zbmath.org](http://zbmath.org)
- База данных Nano  
*База данных Nano впервые стала доступна для всех грантополучателей РФФИ. Этот уникальный ресурс предоставляет данные о более 200 000 наноматериалов и наноустройств, собранные из самых авторитетных научных изданий.*  
Ссылка: [goo.gl/PdhJdo](http://goo.gl/PdhJdo)

Издательство Elsevier

- «Complete Freedom Collection» ScienceDirect® online  
Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2 500 наименований электронных журналов.  
Ссылка: [info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm](http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm)  
Доступ предоставляется к полным текстам статей из журналов за текущий год, а также к журналам за 2007-2017 гг.
- Коллекция электронных книг «Evidence Based Selection» ScienceDirect® online  
База данных содержит более 15 тысяч книг издательства Elsevier. Инструменты ScienceDirect автоматически предлагают связанные источники, что приводит к сокращению времени поиска контента исследователями и обеспечивает непрерывность изучения материалов в оптимальном контексте.  
Осуществляется доступ к полным текстам книг, опубликованным с 1 января 1995 года.  
Ссылка: [www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/book-title-lists](http://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/book-title-lists)
- База данных Scopus

Крупнейшая в мире единая реферативная база данных, которая индексирует более 21,000 наименований научно-технических и медицинских журналов примерно 5,000 международных издательств.

Ссылка: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

American Chemical Society

- SciFinder (Chemical Abstracts service)

Для входа требуется логин и пароль. Незарегистрированные ранее сотрудники и аспиранты института могут обратиться к администрации для получения пароля и логина.

Ссылка: [scifinder.cas.org](http://scifinder.cas.org)

Web of Science

- База данных Web of Science

Ссылка: [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)

Министерство образования и науки Российской Федерации

<https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

<http://obrnadzor.gov.ru/ru/>

Федеральный портал «Российское образование»

<http://edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

<http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

<http://fcior.edu.ru/>

## 9. Материально - техническое обеспечение

Лаборатории ИСПМ РАН, где проходят подготовку аспиранты, оснащены современной материально-технической базой, соответствующей требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Материально-техническая база включает в себя широкий парк синтетического и аналитического оборудования и приборов для проведения физико-химических исследований.

### Уникальные установки

Рентгеновский дифрактометр D8 (Bruker Analytical X-Ray Systems GmbH, Germany), Германия. Сканирующий микроскоп JSM-5300LV фирмы JEOL 1993 г. Япония. В комплекте с приставкой Link ISIS (1997 г., Oxford, Англия) для рентгеновского микроанализа. Раб. сост., степень изношенности 20%.

Установка по изучению горючести «Воспламеняемость». ГОСТ 3042- 96 (ISQ 5657). 2004 г. РФ, ФГУ ВНИИПО МЧС, Балашиха, Моск. обл.

Установки по переработке полимерных материалов. 2000. США, “DACA Instruments”:

а) Вытяжная линия ( Spinline ),

б) Литьевая машина ( Microinjector),

в) Микросмеситель ( Microcompounder ).

Комплекс проточных гелиевых криостатов для исследований радиационно-химических превращений в низкомолекулярных и полимерных образцах методами ЭПР и оптической спектроскопии в диапазоне температур 8 - 300 К. Разработан и изготовлен в НИФХИ им. Л. Я. Карпова в 1986—1995 гг. Не имеет аналогов в мировой исследовательской практике.

### Приборы для ИК-спектроскопии:

ИК Фурье спектрометр Perkin Elmer 1710.

ИК-Фурье спектрометр Equinox 55/S. 1998. Германия.

### Приборы для ЭПР-спектроскопии

ЭПР-спектрометр, изготовленный АОЗТ "СПИН" (г. Санкт-Петербург) по специальному заказу.

Спектрометр ПМР 8E/X2547.

### Приборы для хроматографии

Газо-жидкостной хроматограф модель «ЛХМ-80» (2 прибора) (з-д «Хроматограф»).

Газо-жидкостной хроматограф модель «3700» (з-д «Хроматограф», СССР, год выпуска – 1989). Хроматограф уже в лаборатории был доукомплектован вторым детектором и в настоящее время - основной прибор лаборатории для газо-жидкостного анализа смесей.

Жидкостной хроматограф «ГПЦ», два прибора, производство ЧССР.

Жидкостной хроматограф модель «2010» два прибора, производство ВНР.

Жидкостной хроматограф «SHIMADZU», (Германия, год выпуска - 2003). Современный прибор с компьютерным управлением, оснащенный рефрактометрическим и спектрофотометрическим («диодная матрица») детекторами. Программное обеспечение - «CLASS-VP» (SHIMADZU). Прибор позволяет проводить анализ смесей методом ВЭЖХ и ГПХ и в настоящее время является базовым прибором лаборатории для анализа высокомолекулярных соединений.

### **Калориметры**

Дифференциально-сканирующие калориметры Калориметр ДСК-500. 2003 г. РФ, г. Самара. Рабочее состояние.

ДСК -500 (г. Самара) (1998 и 1999 гг.).

### **Приборы для исследования физико-химических и механических характеристик веществ**

Ванна Ленгмюра-Блоджетт, модель 612D, производство Великобритания, фирма NIMA, год выпуска - 2004. Современный прибор среднего класса, позволяющий однако проводить исследования мономолекулярных слоев ВМС на хорошем профессиональном уровне. В настоящее время осваивается сотрудниками лаборатории.

“Кислородный индекс”. ГОСТ12.1.044-89. 1987 г. РФ, ИСПМ РАН. Рабочее состояние, степень изношенности >70%.

Дериватограф С 1985 г. Венгрия. (2 шт.). Раб. сост.

«Керамическая труба» ГОСТ 30244. 1988г. РФ, ВНИИПО, Балашиха, Моек. обл. Раб. сост., степень изношенности 10%.

Ультрамикротом УПТМ-4.

Машина универсальная для механических испытаний полимерных материалов «Autograf». 1998. Германия, “ SHIMADZU ”.

Термопресс для получения пластин из полимеров и наполненных композитов. Температуру можно изменять в пределах от комнатной до 700°C.

Оптический микроскоп, позволяющий создавать изображение в цифровом виде.

Специальная микроиспытательная машина, позволяющая растягивать образцы и периодически фотографировать образец в процессе растяжения в поле оптического микроскопа с одновременным получением диаграммы сила-удлинение.

Установка вибрационного просева СИИТ-2, позволяющая сепарировать частицы по размерам в пределах от 50 мкм до 1 мм.

Установка для определения показателя текучести (вязкости) расплава полимера ИИРТ-2.

Лабораторный одношнековый экструдер.

Машина трения для испытания пластмасс МПТ-1.

Универсальная машина трения УМТ-1.

Приставка для термомеханического анализа.

Пресс форма с подогревом.

Титратор автоматический АТП-02.

Печка для отлива пленок из раствора полимеров.

Оптический микроскоп YENAVAL, Карл Цейсс, Германия.

Металлографический микроскоп НЕОФОТ, Германия).

### **Оборудование для модификации полимеров методом низкотемпературной плазмы**

Вакуумный пост ВУП-4.

Термокамера с программатором температуры.

Автоматическая система напуска газов.

Установка для ионно-лучевого травления и распыления металлов.

### **Приборы для изучения электрических характеристик материалов**

Серия панорамных измерителей КСВН, оснащенных резонаторами.

Мосты переменного тока ВМ-432, В-602, ВМ-507, ВМ-508, ВМ-484, ВМ-444, цифровой LCR-метр АМ-3001 и др.

Источники питания, цифровые измерители тока и напряжения, тераомметры, термостаты для температурного интервала -150 - +250°C.

Аудитории оснащены оборудованием для демонстрации 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.

### **10. Перечень информационных технологий**

При подготовке аспирантов к ГИА используются следующие технологии:

- технология классической лекции с применением современных мультимедийных средств;
- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач как самостоятельно, так и под руководством научного руководителя);
- игровые технологии (проведение тренингов, деловых игр, «интеллектуальных разминок», «мозговых штурмов», реконструкций функционального взаимодействия личностей в рамках работы с научным руководителем);
- интерактивные технологии (проведение лекций диалогов, коллективное обсуждение различных подходов к решению той или иной учебно-профессиональной задачи);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых явлений, презентация учебных материалов).

## Лист ежегодного утверждения рабочей программы

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ А.Н. Озерин

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ С.А. Пономаренко

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ С.А. Пономаренко

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ С.А. Пономаренко

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ С.А. Пономаренко

Рабочая программа одобрена на 20\_\_/20\_\_ уч.гг.  
на заседании Ученого совета ИСПИМ РАН  
протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Председатель Ученого совета  
член-корр. РАН \_\_\_\_\_ С.А. Пономаренко