

## Приложение 8

**УТВЕРЖДЕНО**

**приказом ФИЦ КазНЦ РАН**

**01.03.2019 № 7-А**

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом ИОФХ им. А.Е. Арбузова -  
обособленного структурного подразделения  
ФИЦ КазНЦ РАН

«27» февраля 2019 г., протокол № 3

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **«Функциональные материалы на основе полимеров»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

#### **04.06.01 ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность подготовки:

02.00.03 – Органическая химия

02.00.06 – Высокомолекулярные соединения

02.00.08 – Химия элементоорганических соединений

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего и итогового контроля, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

## **1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия - 1 зачетная единицы труда (36 часов), самостоятельная работа – 4 зачетных единиц труда (144 часа), всего – 5 зачетных единиц труда (180 часов).

Форма проведения аудиторных занятий – лекции и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

### **2.1 Универсальные компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

### **2.2 Обще-профессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

### 2.3 Профессиональные компетенции:

- способность собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной химии и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальной химии (ПК-2);
- способность обобщать и анализировать полученные результаты и представлять их в виде научных публикаций (ПК-3).

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Функциональные материалы» является дисциплиной по выбору и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. Обучение проводится на втором курсе.

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общего профессионального курса «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения» в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

#### ***Знать:***

- основы технологии и синтеза полимеров;
- основные полимеры и полимерные материалы;
- свойства полимеров и материалов на их основе;
- общие принципы создания полимерных композиционных материалов.

#### ***Владеть:***

- глубокими, специализированными знаниями, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез инновационных идей.

#### ***Уметь:***

- критически анализировать научную литературу с целью самостоятельного выбора направления исследования, самостоятельно составлять план исследования; участвовать в научных дискуссиях.

## **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Основы технологии и синтеза полимеров, их молекулярная структура и макроскопические свойства**

Основные мономеры для синтеза полимеров. Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Сополимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Ступенчатая полимеризация и поликонденсация. Моделирование и математическое описание процессов синтеза полимеров.

Основные представления о способах производства полимеров. Полимеризация в растворе, эмульсии, суспензии, массе мономера, в газовой и твердой фазе. Производство полимеров в расплавах мономеров при ступенчатом синтезе. Влияние способов производства полимеров на состав полимеров. Автоматизация процессов производства полимеров на основе математического моделирования.

Молекулярная структура и макроскопические свойства полимеров. Молекулярная масса цепей. Молекулярно-массовое распределение. Высокоэластичность, пленко- и волокнообразование как характерные признаки полимерного состояния вещества. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров. Стеклование и кристаллизация полимеров. Физические свойства полимеров в различных состояниях. Пути управления ими. Надмолекулярные структуры в аморфных и кристаллических полимерах. Электрические, теплофизические, оптические, фрикционные и другие свойства. Особенности химических свойств полимеров. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции. Действие света, излучений высоких энергий, теплоты на полимеры. Окисление полимеров и меры защиты. Механо-химические превращения полимеров. Сетчатые полимеры. Стойкость полимеров к агрессивным средам.

### **4.2. Свойства полимеров и материалов на их основе. Методы их оценки**

Основные свойства полимеров, определяющие их переработку в изделия. Технологические свойства полимерных материалов. Реологические свойства. Взаимосвязь молекулярной структуры и технологических свойств полимерных материалов. Методы испытания полимерных материалов. Механические свойства полимерных материалов. Прочностные и деформационные свойства. Релаксационные свойства. Упругогистерезисные свойства. Долговечность и усталостная выносливость. Динамические свойства. Износостойкость. Зависимость свойств полимерных материалов от температуры. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами. Прогнозирование свойств.

### **4.3. Основные полимеры и полимерные материалы**

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, получаемые цепной полимеризацией: полиолефины, полистирол и сополимеры стирола с другими

мономерами, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласты, полиакрилонитрил, поливинилацетат и др.

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, покрытий, получаемые по ступенчатым реакциям: полиформальдегид, полиацетальдегид, пентапласт, полифениленоксид, полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат, поликарбонаты, полиамиды, полиимиды, полиуретаны, фенольно-альдегидные, аминокальдегидные, эпоксидные, полиэфирные (ненасыщенные), фурановые, кремнийорганические смолы и др.

Натуральный и синтетические каучуки. Их получение, химическое строение, состав, выпускные формы, физические и технологические свойства, свойства вулканизатов и их применение. Взаимосвязь между структурой каучуков и их свойствами.

Синтетические каучуки: бутадиеновые, изопреновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные, силиконовые, хлоропеновые, бутилкаучук, этиленпропиленовые СКЭП и СКЭПТ, эпихлоргидриновые, фторкаучуки, уретановые, полисульфидные, акрилатные и др. Термоэластопласты.

Жидкие олигомеры и получение полимерных материалов на их основе. Композиции двух и более полимеров. Химически модифицированные полимеры: поливиниловый спирт, поливинилацетали, хлорированный и сульфохлорированный полиэтилен, эфиры целлюлозы, ионообменные смолы и др. Социально-экономические и экологические предпосылки развития производства и применения полимеров.

#### **4.4. Ингредиенты полимерных композиций и их роль в формировании свойств полимерных материалов**

Роль ингредиентов и механизм их действия в полимерах. Общие требования, предъявляемые к ингредиентам и оценка их качества. Отверждение и вулканизация, как процесс формирования сетчатых полимеров. Структура сетчатого полимера, параметры сетки. Влияние структуры вулканизационной сетки на свойства конечного продукта.

Отвердители и вулканизирующие вещества. Ускорители и активаторы отверждения и вулканизации, их классификация и влияние на структуру и свойства вулканизатов. Старение полимерных материалов под влиянием тепла, света, кислорода, озона, многократный деформаций и т.д. Методы исследования старения. Классификация противостарителей. Озонное старение и методы защиты от озонного старения. Радиационное старение. Термо- и светостабилизация.

Наполнение и наполнители. Система полимер - наполнитель. Теории усиления полимеров наполнителями. Классификация наполнителей.

Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям. Неорганические красители. Органические красители. Специальные ингредиенты: модификаторы, порообразующие, антифрикционные, абразивы, антипирены и др. и их назначение.

Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Теория действия пластификаторов. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов.

Армирование и армирующие материалы. Текстиль, стекловолокна и ткани, металлокорд, асбест и др. Назначение и требования, предъявляемые к их качеству.

Полимер-полимерные системы. Физико-химические явления на границе раздела фаз гетерогенных полимерных систем.

#### **4.5. Общие принципы создания полимерных композиционных материалов**

Понятие о полимерных композитах. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и др. полимерных материалов. Многообразие требований, предъявляемых полимерным материалам различного назначения. Техничко-экономическая оценка их применения.

Конструкционные, теплостойкие, паростойкие, ударопрочные, теплоизолирующие, морозостойкие, бензомаслостойкие, огнестойкие, пористые (губчатые), твердые, рентгенозащитные, электропроводящие, магнитные, антифрикционные и др. материалы. Полимеры для изоляционных материалов. Оптимизация состава полимерных материалов на основе математического планирования эксперимента.

### **5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы</b>	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>Самост. работа</b>	<b>Всего часов</b>
4.1.	Основы технологии и синтеза полимеров, их молекулярная структура и макроскопические свойства	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
4.2.	Свойства полимеров и материалов на их основе. Методы их оценки	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
4.3.	Основные полимеры и полимерные материалы	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
4.4.	Ингредиенты полимерных композиций и их роль в формировании свойств полимерных материалов	<b>14</b>	<b>56</b>	<b>70</b>
4.5.	Общие принципы создания полимерных композиционных материалов	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>36</b>	<b>144</b>	<b>180</b>

## **6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

### **Вопросы к итоговому контролю.**

1. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: полиолефины.
2. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: полистирол и сополимеры стирола с другими мономерами.
3. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: полиметилметакрилат.
4. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: поливинилхлорид.
5. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: фторопласты.
6. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: полиакрилонитрил.
7. Полимеры, получаемые цепной полимеризацией: поливинилацетат.
8. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиформальдегид.
9. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиацетальдегид.
10. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиэтилентерефталат.
11. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: поликарбонаты.
12. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиамиды.
13. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиуретаны.
14. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: фенольно-альдегидные смолы.
15. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: эпоксидные смолы.
16. Полимеры, получаемые по ступенчатым реакциям: полиэфирные смолы.
17. Синтетические каучуки: получение, химическое строение, состав, выпускные формы.
18. Синтетические каучуки: бутадиеновые, изопреновые, бутадиен-стирольные.
19. Химически модифицированные полимеры: поливиниловый спирт, поливинилацетаты.
20. Отвердители и вулканизирующие вещества.
21. Ускорители и активаторы отверждения и вулканизации.
21. Старение полимерных материалов под влиянием тепла, света, кислорода, озона, многократный деформаций и т.д.
22. Термо- и светостабилизация.
23. Наполнение и наполнители.
24. Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям.
25. Пластификаторы.
26. Армирование и армирующие материалы.

27. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и др. полимерных материалов.
28. Конструкционные материалы.
29. Теплостойкие материалы.
30. Ударопрочные материалы.
31. Теплоизолирующие материалы.
32. Морозостойкие материалы.
33. Огнестойкие материалы.
34. Пористые материалы.
35. Рентгенозащитные материалы.
36. Электропроводящие материалы.
37. Полимеры для изоляционных материалов. Оптимизация состава полимерных материалов на основе математического планирования эксперимента.

### Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, приведены конкретные примеры механизмов или соединений, методы доказательства их существования.
«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, не хватает ключевых примеров и механизмов реакций, методов доказательства их осуществления

**При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Литература

(жирным шрифтом выделена основная литература)

1. **Баженов С.Л. и др. Полимерные композиционные материалы: прочность и технология. – Долгопрудный: Интеллкт, 2010. – 347 с.**
2. Берлин Ал.Ал., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С. Принципы создания полимерных композиционных материалов. М.: Химия, 1990.
3. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. 4-е изд. дополн. и перераб. – М.: Химия, 1972. – 344с.
4. Догадкин Б.А., Донцов А.А., Шершнева В.А. Химия эластомеров. 2-е изд. перераб. и дополн. – М.: Химия, 1981. – 376 с.
5. **Крыжановский В.К. и др. Технические свойства полимерных материалов. – СПб: Профессия, 2005. – 235 с.**
6. **Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров. – М.: КолосС, 2007. – 367 с.**

7. Межиковский С.М. Олигомерное состояние вещества. – М.:Наука, 2005. – 252 с.
8. Платэ Н.А. Избранные труды. В 2 т. Т. 1. Химия полимеров. – 2009. – 344 с.
9. Платэ Н.А. Основы химии и технологии мономеров. – М.:Наука, 2002. – 696 с.
10. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 263 с.
11. Раувендааль К. Экструзия полимеров. – СПб: Профессия, 2006. – 762 с.
12. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Научный мир, 2007. – 575 с.
13. Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в растворах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 528 с.
14. Энциклопедия полимеров. – М.: Сов. энциклопедия, т. 1, 1972 г; т. 2, 1974 г.; т. 3, 1977 г.

### *7.2. Электронные ресурсы*

- Электронная платформа издательства American Chemical Society - <http://www.pubs.acs.org>
- Электронная платформа издательства Taylor&Francis - <http://www.informaworld.com>
- Электронная платформа издательства - [http:// www.scitation.aip.org](http://www.scitation.aip.org) (13 журналов)
- Электронная платформа издательства Royal Society of Chemistry - <http://www.rsc.org>
- Электронная платформа издательства WILEY-BLACWALL - <http://www.interscience.wiley.com> (более 2000 журналов)
- Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com> (более 2000 журналов)
- Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru> (более 8000 журналов)
- Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.sciencedirect.com> (более 300 журналов)
- Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.scopus.com> (Реферативно-поисковая база данных Scopus)

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций.