

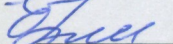
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРИНЯТО

На заседании кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии химического факультета

Протокол от 16» декабря 2022 г. № 4

Зав. кафедрой  / Кулиш Е.И.

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по учебно-методической работе



Галимханов А.Б.

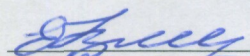
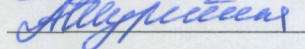
М.

20 22 г.

УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

ПРОГРАММА  
вступительного экзамена по научной специальности  
1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Разработчик (разработчики):

 / д.х.н., проф., зав. кафедрой ВМС и ОХТ Кулиш Е.И.  
 / к.х.н., доц, доц. кафедры ВМС и ОХТ Шуршина А.С.

Уфа – 2022

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности **1.4.7. «Высокомолекулярные соединения»** составлена в соответствии с требованиями ФГТ.

Данная программа вступительных испытаний предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускников-химиков к выполнению образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров и представляет собой перечень и краткое содержание тем, список рекомендованной литературы для сдачи вступительного экзамена.

Вступительные испытания проводятся в форме экзамена, целью которого является выявление способности и готовности абитуриента к обучению по образовательным программам аспирантуры. На экзамене для испытания знаний соискателя предлагаются 3 вопроса: по различным разделам (темам) по аналитической химии. Ожидается, что поступающий продемонстрирует знакомство с источниками и литературой по вопросам предстоящих научных исследований. Ответ оценивается по 100-бальной шкале.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии химического факультета ВО «Уфимский университет науки и технологий» (протокол от «16» декабря 2022 г. № 2).

### **Область науки:**

1. Естественные науки

### **Группа научных специальностей:**

1.4. Химические науки

### **Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:**

Химические науки

Технические науки

Физико-математические науки

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ АБИТУРИЕНТОВ НА ЭКЗАМЕНЕ.

Баллы	Критерии
0-39	Не усвоена большая часть изученного ранее материала, имеются лишь отдельные отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. Не проявлена способность доказательно объяснять факты и процессы; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная точка зрения и логические рассуждения относительно проблемных вопросов. Отрывочные теоретические высказывания не иллюстрируются собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности. Владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.
40-59	Знает основной материал, но испытывает трудности в его самостоятельном изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений; испытывает трудности в объяснении фактов и процессов. В ответе ссылается на классические труды и работы современных исследователей, но не в полном объеме; слабо прослеживаются межпредметные связи, нарушена логика в выстраивании ответа.
60-79	Демонстрирует достаточно высокий уровень овладения теоретическими знаниями, свободно ориентируется в специальных терминах. В ответе ссылается на классические общепризнанные научные труды и работы современных авторов. Проявляет умение доказательно объяснять факты и

	<p>явления, однако, допускает некоторые неточности. Ответ иллюстрируется собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности; прослеживаются межпредметные связи. В целом ответ имеет логическую последовательность в изложении материала, речь профессионально грамотная, на вопросы предоставляет развернутые правильные ответы.</p>
80-100	<p>Демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями; свободно ориентируется в вопросах теории и практики. В своем ответе он 3 апеллирует к классическим трудам и работам современных исследователей; проявляет умение доказательно объяснять факты и явления; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулируем свое мнение. Ответ логически построен, речь грамотная, осмысленно использует в суждениях общенаучную и профессиональную терминологию, не затрудняется в ответах на заданные членами комиссии вопросы.</p>

## **Тема 1. Введение**

Введение. Предмет науки о высокомолекулярных соединениях. Место науки о полимерах в ряду других химических дисциплин. Краткая историческая справка. Основные понятия и определения. Принципы классификации полимеров. Важнейшие классы и представители природных и синтетических полимеров.

## **Тема 2. Характеристики изолированных макромолекул**

Характеристики изолированных макромолекул. Первичная химическая структура. Стереохимия макромолекул. Средняя длина цепи (ср. степень полимеризации, ср. молекулярные массы, молекулярно-массовые распределения, способы определения ММ и ММР). Конфигурация цепи. Конформация макромолекул. Гибкость макромолекул. Модельные представления. Конформационная статистика. Количественные характеристики гибкости. Понятие о статистическом сегменте. Связь гибкости с химическим строением цепей.

## **Тема 3. Растворы полимеров**

Растворы полимеров. Особенности растворов полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Уравнение состояния растворов.  $\Theta$ -условия. Конформации макромолекул в растворе. Степень набухания клубка. Концентрационные режимы растворов. Фазовые равновесия в растворах полимеров. Гидродинамика растворов полимеров. Практическое использование вискозиметрии.

## **Тема 4. Полимерные тела**

Полимерные тела. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров. Ориентированное состояние аморфных и кристаллических полимеров. Физические состояния аморфных полимеров. Термомеханический метод исследования. Термодинамика стеклообразного и высокоэластического состояния. Вязко-текучее состояние полимеров. Пластификация полимеров. Релаксационные явления в деформационном поведении полимеров. Вынужденная эластичность. Реология полимеров и полимерных композитов. Усовершенствование существующих и разработка новых методов изучения строения, физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии и других свойств, связанных с условиями их эксплуатации.

## **Тема 5. Синтез полимеров. Радикальная полимеризация и сополимеризация**

1. Цепной и ступенчатый механизмы образования макромолекул. Термодинамика полимеризации. Изменение энтальпии и энтропии в процессе цепной полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Предельные температуры полимеризации. Предельная концентрация мономера.

2. Свободно-радикальная полимеризация. Элементарные стадии процесса. Склонность мономеров к радикальной полимеризации. Синтез мономеров. Связь между активностью мономеров и их радикалов в полимеризации.
3. Способы инициирования радикальной полимеризации (вещественное инициирование; фотоинициирование и т.д.). Вещественные инициаторы; выбор инициатора применительно к условиям полимеризации.
4. Кинетика полимеризации. Основные допущения, лежащие в основе вывода уравнений скорости полимеризации. Вывод уравнения скорости радикальной полимеризации для малых степеней превращения. Полимеризация при глубоких степенях превращения. «Гель»-эффект.
5. Кинетические соотношения для средней степени полимеризации. Учет реакций, осложняющих рост цепи (реакции передачи). Влияние различных факторов на среднюю длину цепи (температура, концентрация инициатора, природа растворителя и т.д.).
6. Радикальная сополимеризация. Основные допущения, лежащие в основе вывода уравнения состава сополимера при малых степенях превращения.
7. Диаграмма состава сополимера. Константы сополимеризации. Методы определения констант сополимеризации. Схема «Q-e».

## **Тема 6. Синтез полимеров. Ионная и ионно-координационная полимеризация**

1. Ионная полимеризация, ее виды в зависимости от природы мономера и типа применяемого катализатора. Синтез мономеров.
2. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Схема процесса катионной полимеризации (на примере синтеза полиизобутилена). Кинетика процесса.
3. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии и кинетика процесса. Понятие о “живых цепях”.
4. Синтез стереорегулярных полимеров. Стереорегулярные изо- и синдиотактические полимеры. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Стереоспецифические эффекты в радикальной и ионной полимеризации.
5. Анионно-координационная полимеризация на катализаторах Циглера-Натта.
6. Способы проведения реакции полимеризации и сополимеризации. Полимеризация в массе. Полимеризация в растворе (различные варианты метода). Полимеризация в эмульсии и в суспензии. Выбор инициатора и катализатора в зависимости от типа полученной эмульсии.
7. Сравнение чистоты полимеров, полученных в эмульсионной, суспензионной полимеризации, полимеризации в растворе, с продуктами полимеризации в массе мономера. Оценка экологической надежности методов. Влияние температуры на молекулярные массы продуктов полимеризации.

## **Тема 7. Поликонденсация**

1. Реакция поликонденсации, ее основные особенности, отличие от реакции полимеризации.
2. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации. Функциональность мономеров и их способность образовывать линейные и сетчатые полимеры. Примеры.
3. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.
4. Способы проведения линейной поликонденсации в массе мономеров ( в расплаве), в растворе, в границе раздела фаз. Особенности поликонденсации в границе фаз: скорость процесса, обрыв цепи, величины получаемых в реакции молекулярных масс полимеров.
5. Синтез блок- и привитых сополимеров. Использование поликонденсации и “живых цепей” полимеров для синтеза этого класса сополимеров. Понятие о термоэластопластах.

### **Тема 8. Химические реакции и химические превращения полимеров**

1. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные перегруппировки.
2. Основные признаки и физические свойства линейных, разветвленных, в том числе сверхразветвленных, и сетчатых полимеров, их конфигурация (на уровнях: звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Учет влияния факторов, определяющих конформационные переходы. Роль межфазных границ. Надмолекулярная структура и структурная модификация полимеров.
3. Особенности протекания реакций полимераналогичных превращений с учетом роли локального окружения групп в цепи, изменения реакционной способности групп по мере протекания процесса. Отличие полимераналогичных превращений от реакций соответствующих функциональных групп в низкомолекулярных соединениях.
4. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей.
5. Физическая деструкция под влиянием тепла, света, механического воздействия на полимер. Способы защиты от физической деструкции при формовании и эксплуатации полимеров и изделий из них.
6. Химическая гидролитическая деструкция гетероцепных полимеров. Примеры. Реакции ацидолиза, аминализа, гликолиза, как реакции гидролитического типа и их роль в получении поликонденсационных полимеров.
7. Химическая окислительная деструкция, механизм реакций окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты.

### **Тема 9. Методы исследования полимеров.**

1. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств полимеров. Исследование молекулярной и надмолекулярной

структуры биоорганических полимеров. Выявление специфических факторов, обуславливающих их самоорганизацию, и распространение найденных закономерностей на область синтетических полимеров.

2. Спектроскопия полимеров. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением. Электронный и ядерный парамагнитный резонансы. Сущность методов, аппаратура, области применения. Метод спиновой метки. ЯМР высокого и низкого разрешения.

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

4. Рентгеноструктурный анализ полимеров. Изучение размеров и ориентации упорядоченных областей кристаллических полимеров. Большие периоды в полимерах.

5. Моделирование молекулярной и надмолекулярной структуры олигомеров, полимеров и сополимеров в растворах, расплавах и полимерных твердых тел в аморфном, полукристаллическом и кристаллическом состояниях. Модельные представления о смесях полимеров и полимеров с функциональными ингредиентами и их применение

#### **Тема 10. Практическое использование полимеров**

1. Смарт-полимеры. Понятие «умные» полимеры. Химия и физико-химия изменения состояния макромолекул при изменении внешних условий.

2. Полимеры с изменяемой реологией в зависимости от температуры и состава окружающей среды. Ассоциативные полимеры. Применение в нефте-, газодобыче, строительстве.

3. Полимеры для органической электроники. Полимерные проводники и полупроводники. Связь электрофизических свойств с химическим и макромолекулярным строением. Пленочная электроника.

4. Переработка полимерных материалов. Физико-химические основы переработки. Основные способы переработки. Экструзия. Литье под давлением. Прессование изделий из реактопластов. Перерабатываемые материалы и ассортимент изделий. Технология переработки, оборудование и оснастка. Контроль качества готовых изделий.

## Экзаменационные вопросы

1. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях. Основные понятия и определения.
2. Роль полимеров в живой природе, в технике, в хозяйстве и в быту.
3. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами и цепным строением макромолекул.
4. Классификация полимеров по происхождению, химическому составу, строению звеньев, структуре макроцепей.
5. Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров.
6. Три уровня структурной организации полимеров: химическое строение цепи; конфигурация и конформация цепи, надмолекулярное строение полимерных тел.
7. Средние молекулярные массы. Методы усреднения и оценки.
8. Молекулярно-массовое распределение полимера, его описание и характеристики.
9. Конфигурация макромолекул. Конфигурационные изомеры макромолекул виниловых полимеров и полидиенов.
- 10.Стереоизомерия цепей и стереорегулярные полимеры.
- 11.Конформация и конформационная изомерия макромолекул. Гибкость макромолекулы.
- 12.Модели, описывающие гибкость макромолекул. Персистентная модель. Свободно-сочлененная цепь; модели учитывающие постоянство валентных углов и барьеры внутреннего вращения.
- 13.Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Основные количественные характеристики.
- 14.Термодинамическая гибкость цепи; ее оценка по сегменту Куна и средне-квадратичному расстоянию между концами цепи. Связь гибкости с химическим строением цепи.
- 15.Кинетическая гибкость макромолекулы. Факторы ее определяющие: температура, величина и частота приложенных внешних сил. Кинетический сегмент.
- 16.Конформационная статистика макромолекул. Гауссовы клубки.
- 17.Методы оценки гибкости макромолекул.
- 18.Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением низкомолекулярных веществ. Уравнение состояния для растворов полимеров.  $\theta$  - Условия.
- 19.Термодинамика растворения полимеров. Энтальпия и энтропия растворения. Влияние различных факторов на растворимость полимеров (химическая природа полимера и растворителя, молекулярная масса, степень сшивки полимера и т.д.).



20. Динамические свойства растворов полимеров. Вязкость разбавленных растворов полимеров.
21. Вискозиметрический метод оценки молекулярной массы и средних размеров клубка.
22. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Методы оценки. Влияние строения полимера на его способность находиться в различных фазовых состояниях.
23. Надмолекулярная организация некристаллических (аморфных) полимеров.
24. Полимеры в кристаллическом состоянии. Необходимые условия существования. Степень кристалличности и ее зависимость от условий кристаллизации.
25. Надмолекулярная организация кристаллических полимеров.
26. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.
27. Термомеханический метод исследования полимеров. Температуры релаксационных переходов и их зависимость от молекулярной массы полимеров.
28. Термомеханические свойства аморфных полимеров. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров.
29. Свойства аморфных полимеров в стеклообразном состоянии. Механизм стеклования. Релаксационный характер процесса.
30. Аморфные полимерные стекла. Упругая и вынужденно-эластическая деформация полимерных стекол.
31. Пластификация полимеров. Механизмы пластификации. Правила объемных и мольных долей.
32. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций.
33. Релаксационная природа эластичности. Гистерезисные явления при развитии деформации эластомеров.
34. Релаксационные явления в термомеханическом поведении полимеров. Влияние частоты приложенного напряжения на переходы стеклообразное ↔ высокоэластическое состояние полимера. Принцип температурно-временной суперпозиции.
35. Вязко-текучее состояние полимеров. Механизм вязкого течения расплава (рептационная модель). Зависимость температуры текучести от молекулярной массы полимеров.
36. Использование вязко-текучего состояния полимеров в практике. Специфические эффекты, наблюдающиеся при течении расплавов полимеров.
37. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Условия формирования, особенности свойств.
38. Механические свойства кристаллических и кристаллизующихся полимеров. Явление кристаллизации при растяжении. Напряжение рекристаллизации.

39. Полимеризация как способ синтеза полимеров. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
40. Основные допущения, используемые при выводе кинетических уравнений полимеризации.
41. Радикальная полимеризация. Основные стадии радикальной полимеризации (инициирование, рост, обрыв и передача цепи).
42. Склонность мономеров к радикальной полимеризации. Синтез мономеров. Связь между активностью мономеров и их радикалов в полимеризации.
43. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
44. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров для малых степеней превращения.
45. Понятие об относительной реакционной способности мономеров при радикальной сополимеризации. Константы сополимеризации и методы их определения.
46. Диаграммы состава сополимеров. Типы сополимеризации.
47. Причины отклонения от уравнения состава при сополимеризации.
48. Диффузионные эффекты в радикальной полимеризации. Кинетика глубокой радикальной полимеризации. «Гель-эффект».
49. Виды ионной полимеризации. Мономеры, способные к ионной полимеризации. Активные центры ионной полимеризации и общие способы инициирования.
50. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Инициирование, рост и ограничение цепей при катионной полимеризации.
51. Анионная полимеризация. Мономеры и катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение цепей при анионной полимеризации.
52. Кинетика ионной полимеризации. Сопоставление радикальной и ионной полимеризации.
53. Безобрывная полимеризация, ее отличительные особенности. «Живая» радикальная и ионная полимеризация.
54. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Роль энергетических, стерических и полярных факторов при образовании стереорегулярных полимеров.
55. Стереоспецифическая ионная и ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера-Натта.
56. Стереоспецифические эффекты при радикальной полимеризации.
57. Способы осуществления процессов полимеризации. Полимеризация в массе, в растворе, в дисперсных системах.
58. Поликонденсация. Классификация и типы реакций поликонденсации. Основные различия поликонденсационных и полимеризационных процессов.
59. Равновесная и неравновесная (обратимая и необратимая) поликонденсация. Связь возможности получения высокомолекулярных полимеров и константы равновесия.

60. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на протекание поликонденсации.
61. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.
62. Способы проведения поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз. Сравнительный анализ.
63. Химические свойства и превращения полимеров. Полимераналогичные и межмолекулярные превращения.
64. Особенности реакционной способности функциональных групп в макромолекулах полимеров (влияние локального окружения, конфигурации, конформации макромолекул и надмолекулярной структуры полимера).
65. Особенности кинетики химических реакций с участием макромолекул.
66. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
67. Старение полимеров. Деградация, деполимеризация, деструкция макромолекул.
68. Общность и различие путей получения гомоцепных и гетерогенных полимеров.
69. Карбоцепные и гетероцепные полимеры.
70. Полимеры и сополимеры моноолефинов и их производных.
71. Полимеры и сополимеры диеновых углеводородов и их производных.
72. Гетероцепные полимеры. Полимеры, содержащие кислород в основной цепи (полиэфиры, полиацетали).
73. Карбоцепные полимеры. Методы получения карбоцепных полимеров.
74. Полимеры и сополимеры винилового ряда.
75. Простые полиэфиры. Полиацетали, полиформальдегид.
76. Методы регулирования радикальной и ионной полимеризации.
77. Влияние температуры на молекулярные массы продуктов полимеризации.
78. Надмолекулярная структура и структурная модификация полимеров
79. Основные признаки и физические свойства линейных, разветвленных, в том числе сверхразветвленных, и сетчатых полимеров
80. Стабилизация полимеров и композиционных материалов
81. Реология полимеров и полимерных композитов.
82. Методы изучения строения полимеров в конденсированном состоянии
83. Методы изучения физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии
84. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств полимеров.
85. Спектроскопия полимеров. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением.
86. Электронный и ядерный парамагнитный резонансы. Сущность методов, аппаратура, области применения. Метод спиновой метки. ЯМР высокого и низкого разрешения.

87. Теплофизические методы. Дилатометрия.
88. Дифференциальный термический анализ.
89. Калориметрические методы.
90. Рентгеноструктурный анализ полимеров. Изучение размеров и ориентации упорядоченных областей кристаллических полимеров.
91. Моделирование молекулярной и надмолекулярной структуры олигомеров, полимеров и сополимеров в растворах, расплавах и полимерных твердых тел в аморфном, полукристаллическом и кристаллическом состояниях.
92. Модельные представления о смесях полимеров и полимеров с функциональными ингредиентами и их применение
93. Смарт-полимеры. Понятие «умные» полимеры.
94. Ассоциативные полимеры. Применение в нефте-, газодобыче, строительстве.
95. Полимеры для органической электроники. Полимерные проводники и полупроводники.
96. Связь электрофизических свойств с химическим и макромолекулярным строением.
97. Переработка полимерных материалов. Физико-химические основы переработки.
98. Основные способы переработки.
99. Технология переработки, оборудование и оснастка.

## *Литература*

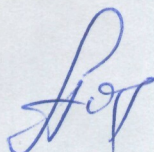
### Основная

1. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров (Электронный ресурс ) учеб.пособие /Ю.Д.Семчиков, С.Ф..Жильцов, С.Д.Зайцев – СПб.:Лань, 2012 – 224 с.
2. Семчиков Ю. Д. Высокмолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учебник / Ю. Д. Семчиков - М.: Академия, 2010
3. Кулиш Е. И. Физико-химия полимеров: учеб. пособие / Е. И. Кулиш; Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2012 - 108 с.
4. Тагер А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер; под ред. А. А. Аскадского - М.: Научный мир, 2007 - 576 с.

### Дополнительная

1. Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А. Химия и технология синтетических каучуков. -М., КолосС, 2008,-359 с
2. Гришин Д.Ф., Гришин И.Д. Современные методы контролируемой радикальной полимеризации для получения новых материалов с заданными свойствами. Электронное учебное пособие. Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010, - 48 с.
3. Научный журнал «Высокмолекулярные соединения».
4. Научный журнал «Пластические массы».
5. Научный журнал «Прикладная химия».

СОГЛАСОВАНО:  
Декан химического факультета



Ахметханов Р.М.