

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра высокомолекулярных соединений и общей химической технологии

Утверждено  
на заседании кафедры ВМС и ОХТ  
протокол от «29» мая 2018 г. № 19

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой



Кулиш Е.И.



Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Структура и динамика макромолекул

вариативная часть

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

04.03.01 «химия»

Направленность (профиль) подготовки

Высокомолекулярные соединения

Квалификация

бакалавр

<p>Разработчик (составитель) Профессор, д.х.н. (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	 /Кулиш Е.И. (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

для приема 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель / составители: Кулиш Е.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры Высокомолекулярных соединений и общей химической технологии от 29мая 2018 г. протокол № 10

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Кулиш Е.И.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения <sup>1</sup>		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
Умения	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам		
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ	

<sup>1</sup>Должны соответствовать картам компетенций.

		и реакций	
	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Структура и динамика макромолекул» изучается на 4 курсе в 7 семестре. Целью освоения дисциплины является углубление представлений об основных свойствах и понятиях физико-химии полимеров, таких как макромолекула, структура полимера в растворе, концентрация кроссовера и др. а также формирование знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин, позволяющих обучающемуся получить углубленные комплексные знания для успешной профессиональной деятельности. Курс призван обеспечить студентов системой методологических знаний, необходимых для приведения в единую систему теоретических знаний, полученных при изучении различных химических дисциплин, что необходимо для формирования научного типа мышления будущих химиков.

При освоении данной дисциплины требуются самые высокие знания, умения и навыки, приобретённые в результате освоения всех предшествующих дисциплин, особенно таких, как органическая химия, стереохимия, физическая химия, математика, информатика, физика, общая химия, неорганическая химия, аналитическая химия, философия, иностранный язык.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Б1.В.1.05 –общая химия

Б1.Б.11 –физическая химия

Б1.Б.10 –органическая химия

## **3.Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

###### Код и формулировка компетенции

ОПК-1 способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачет	зачет
Первый уровень	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй уровень	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулирование	Умеет классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических соединений, называть вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

	емых в рамках базовых химических дисциплин		
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии
<b>Третий уровень</b>	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам



## КОМПЕТЕНЦИЯ

### Код и формулировка компетенции

ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачет	Зачет
Первый уровень	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй уровень	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий уровень	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Не владеет базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

**ПК-1Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам**

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Незачет	зачет
Первый этап (уровень)	Знать: Основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	Фрагментарные представления о методах работы в лаборатории	Сформированные систематические знания о методах синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.
Второй этап (уровень)	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Фрагментарное умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Успешное и систематическое умение выполнять стандартные лабораторные операции.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	Фрагментарное владение навыками работы на стандартном оборудовании	Успешное и систематическое владение навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам

ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Незачет	зачет
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ  (ПК-2)	Затрудняется в выборе метода применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Знает стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры  (ПК-2)	Умеет проводить некоторые химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии с использованием современной аппаратуры; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками	Владеет некоторыми навыками использования современной аппаратуры при проведении	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры

	использования современной аппаратуры при проведении научных исследований  (ПК-2)	научных исследований	при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов
--	--	----------------------	---

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения <sup>2</sup>	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Тесты, групповой опрос
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Тесты, групповой опрос
	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Тесты, групповой опрос
	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Тесты, групповой опрос

<sup>2</sup>Должны соответствовать картам компетенций.

Умения	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Тесты, групповой опрос
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам		Тесты, групповой опрос
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Тесты, групповой опрос
	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Тесты, групповой опрос
	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Тесты, групповой опрос
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Тесты, групповой опрос
	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Тесты, групповой опрос
	Владеть: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Тесты, групповой опрос
	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК- 2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Тесты, групповой опрос

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Вопросы для аудиторной и домашней работы

##### Некоторые тестовые вопросы к курсу

Как изменяется нижняя критическая температура растворения с увеличением молекулярной массы полимера ?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) нельзя ответить однозначно

Как изменяется верхняя критическая температура растворения с увеличением молекулярной массы полимера ?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) нельзя ответить однозначно

Какие факторы определяют размеры макромолекул в ТЭТА-условиях:

- А. молекулярная масса полимера,  
Б. химическое строение полимера,  
В. температура раствора,  
Г. природа растворителя ?
- 1) только А, Б 2) А, Б, В 3) Б, В, Г 4) А, Б, В, Г

Как изменяется второй вириальный коэффициент раствора полимера при повышении температуры раствора для системы полимер-растворитель с нижней критической температурой растворения (НКТР) ?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) нельзя ответить однозначно

Как изменяется второй вириальный коэффициент системы полимер-растворитель с повышением температуры раствора ?

- 1) зависит от области температур и типа фазовой диаграммы
- 2) проходит через максимум
- 3) увеличивается
- 4) уменьшается

Как изменяется второй вириальный коэффициент раствора полимера при введении в этот раствор осадителя ?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) проходит через минимум

Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера при введении в раствор осадителя?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) нельзя ответить однозначно

При какой конформации макромолекул заданной степени полимеризации вязкость разбавленного раствора полимера будет максимальной?

- 1) вытянутого стержня
- 2) набухшего клубка
- 3) невозмущенного клубка
- 4) плотной глобулы

Какой морфологический тип надмолекулярной структуры кристаллических полимеров обладает наибольшей степенью кристалличности ?

- 1) единичный кристалл
- 2) радиальные сферолиты
- 3) кольцевые сферолиты
- 4) дендриты

Монокристаллы полиэтилена, выращенные из разбавленного раствора полимера в ксилоле, прогрели при температурах:  $T_1 > T_2 > T_3$ , находящихся в области кристаллизации полимера. Каково соотношение между толщинами (L) монокристаллов полиэтилена после прогревания ?

- 1)  $L_1 > L_2 > L_3$
- 2)  $L_1 < L_2 < L_3$
- 3)  $L_1 = L_2 = L_3$
- 4)  $L_1 > L_3 > L_2$

Каким путем происходит структурообразование при кристаллизации гибкоцепных полимеров охлаждением их расплавов в отсутствие внешнего давления:

А. путем складывания цепей макромолекул и образования ламелярных кристаллитов,  
Б. распрямлением цепей и образованием фибриллярных кристаллитов,  
В. путем перехода молекулярных клубков в глобулы и последующего образования глобулярных кристаллитов ?

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) А, Б, В

Как изменится предел прочности после ориентации кристаллического полимера при температуре выше температуры стеклования при испытании образцов в направлении оси ориентации ?

- 1) возрастет
- 2) не изменится
- 3) уменьшится
- 4) нельзя ответить однозначно, не зная молекулярной массы полимера

Каково соотношение между температурами стеклования ( $T_c$ ) следующих полимеров: полиметилметакрилата (ПММА), полиэтилметакрилата (ПЭМА) и полибутилметакрилата (ПБМА) ?

- 1)  $T_c(\text{ПММА}) > T_c(\text{ПЭМА}) > T_c(\text{ПБМА})$
- 2)  $T_c(\text{ПММА}) > T_c(\text{ПБМА}) > T_c(\text{ПЭМА})$
- 3)  $T_c(\text{ПММА}) = T_c(\text{ПЭМА}) = T_c(\text{ПБМА})$
- 4)  $T_c(\text{ПММА}) < T_c(\text{ПЭМА}) < T_c(\text{ПБМА})$

Каково соотношение между температурами стеклования ( $T_c$ ) следующих полимеров:  
А. полиизопрена,

Б. атактического полипропилена,  
В. полистирола,  
Г. полибромстирола ?

- 1)  $T_c(A) < T_c(B) < T_c(V) < T_c(\Gamma)$
- 2)  $T_c(A) > T_c(B) > T_c(V) > T_c(\Gamma)$
- 3)  $T_c(B) < T_c(A) < T_c(V) < T_c(\Gamma)$
- 4)  $T_c(V) < T_c(B) < T_c(\Gamma) < T_c(A)$

Как меняется температура стеклования бутадиеннитрильного каучука при увеличении доли ( 0,1 до 0,4 ) акрилонитрила в сополимере ?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) увеличивается, затем уменьшается

Каково соотношение между температурами стеклования ( $T_c$ ) следующих полимеров:

- А. полистирола,  
Б. атактического полипропилена,  
В. полидиметилсилоксана  
Г. поли-4- бромстирола ?
- 1)  $T_c(V) < T_c(B) < T_c(A) < T_c(\Gamma)$
  - 2)  $T_c(B) < T_c(V) < T_c(A) < T_c(\Gamma)$
  - 3)  $T_c(A) < T_c(B) < T_c(V) < T_c(\Gamma)$
  - 4)  $T_c(B) < T_c(A) < T_c(\Gamma) < T_c(V)$

Образцы полиметилметакрилата (ПММА) характеризуются следующими значениями молекулярной массы: 300 (А), 500 (Б), 800 (В) и 1500 (Г). Каково соотношение между величинами температурстеклования ( $T_c$ ) образцов ПММА, если молекулярная масса механического сегмента полимера равна 600 ?

- 1)  $T_c(A) < T_c(B) < T_c(V) = T_c(\Gamma)$
- 2)  $T_c(A) < T_c(B) < T_c(V) < T_c(\Gamma)$
- 3)  $T_c(A) = T_c(B) < T_c(V) < T_c(\Gamma)$
- 4)  $T_c(A) < T_c(B) = T_c(V) = T_c(\Gamma)$

Как изменяется величина напряжения рекристаллизации при деформации кристаллического полимера с увеличением температуры испытания образцов ?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) сначала увеличивается, затем уменьшается
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается

В какой температурной области деформация полимеров в режиме нагрузка - разгрузка характеризуется петлей гистерезиса наибольшей площади?

- 1) в области  $T_c$
- 2) только ниже  $T_c$
- 3) только выше  $T_c$
- 4) выше или ниже  $T_c$  в зависимости от полидисперсности полимера

Как изменится предел вынужденной эластичности стеклообразного полимера при увеличении скорости деформирования образцов ?

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) уменьшится, затем увеличится



4) увеличится, затем уменьшится

### **Критерии оценки (в баллах) аудиторной и домашней работы**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 10 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 15 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 20 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 25 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

#### ***Темы для группового опроса:***

Понятие о надмолекулярной структуре. Развитие представлений о надмолекулярной структуре аморфных полимеров. Особенности структуры и надмолекулярной организации аморфных и кристаллических полимеров. Кластерная модель строения аморфных полимеров. Модели полимерных цепей для описания систем с объемными взаимодействиями. Модель бусинок и решеточная модель. Вириально-разложение для вклада объемных взаимодействий. Параметр набухания полимерного клубка. Термодинамически хороший и плохой растворитель. Понятие о тета-температуре. Глобулярное состояние длинной линейной полимерной цепи в "плохом" растворителе. Вычисление свободной энергии глобулы. Фазовый переход клубок-глобула. Зависимость характера перехода от жесткости

#### **Вопросы к зачету по курсу «Структура и динамика макромолекул»**

1. Принципиальные отличия полимерных тел от низкомолекулярных, обусловленные их длинноцепочечной структурой.
2. Многоуровневая структура макромолекул.
3. Понятие о химической и геометрической структуре макромолекул. Линейная, пространственная и разветвленные формы макромолекул.
4. Понятие о конфигурационной структуре макромолекул. Ближний и дальний порядок. Тактичность полимера.
5. Влияние конфигурационной структуры полимера на его свойства.
6. Конформационная структура макромолекул. Идеальный макромолекулярный клубок. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы.
7. Конформационная структура макромолекул. Механизмы гибкости полимерных цепей. Модели гибкости полимерных цепей.
8. Конформационная структура макромолекул. Гауссово распределение для идеальной полимерной цепи и стандартная модель макромолекулы. Свойства гауссова клубка.
9. Понятие хаусдорфовой размерности, фрактальные свойства и свойство масштабной инвариантности.
10. Конформационная структура макромолекул. Модели полимерных цепей для описания систем с объемными взаимодействиями. Модель бусинок и решеточная модель.
11. Конформационная структура макромолекул. Вириально-разложение для вклада объемных взаимодействий. Параметр набухания полимерного клубка.

12. Конформационная структура макромолекул. Термодинамически хороший и плохой растворитель. Понятие о тета-температуре.
13. Конформационная структура макромолекул. Глобулярное состояние длинной линейной полимерной цепи в "плохом" растворителе. Вычисление свободной энергии глобулы.
14. Конформационная структура макромолекул. Фазовый переход клубок-глобула. Зависимость характера перехода от жесткости цепи.
15. Топологическая структура полимеров. Концентрированные полимерные растворы. Система многих цепей. Кроссовер.
16. Топологическая структура полимеров. Концентрационные режимы поведения полимеров в растворе.
17. Топологическая структура полимеров. Экранирование объемных взаимодействий в полимерных растворах. Теорема Флори.
18. Топологическая структура полимеров. Фазовое разделение полимерных растворов в плохих растворителях.
19. Топологическая структура полимеров. Понятие узла и сетки зацеплений.
20. Топологическая структура полимеров. Среднеквадратичный размер случайно-разветвленных и заузленных молекул.
21. Влияние топологических ограничений на свойства полимерных цепей.
22. Топологическая структура полимеров. Межмолекулярные взаимодействия в полимерах. Сетка локализованных физических связей.
23. Топологическая структура полимеров. Особенности проявления межмолекулярных взаимодействий в полимерных системах. Свойства полимеров при наличии эффективного межмолекулярного взаимодействия.
24. Топологическая структура полимеров. Физические гели. Модели образования физических гелей.
25. Понятие о надмолекулярной структуре полимеров.
26. Особенности надмолекулярной организации кристаллических полимеров.
27. Особенности надмолекулярной организации аморфных полимеров.
28. Кластерная модель строения полимеров.
29. Понятие вязкоупругости. Модели динамики полимерной цепи в растворе и расплаве.
30. Модель Рауза. Модель Зимма.
31. Модель репаций.
32. Режимы динамического движения макромолекулы.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная**

1. Лейкин, Ю. А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Лейкин .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 413 с. — (Учебник для высшей школы) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-9963-0127-0 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=70769](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=70769)>.
2. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров ( электронный ресурс): - СПб.:Лань,2012 – 224 с
3. Структура и динамика макромолекул [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Башкирский государственный университет; сост. Е.И. Кулиш .— Уфа, 2011 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kulish\\_coct\\_Uch.pos.u](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kulish_coct_Uch.pos.u)>.

kursu\_Strukturaidynamika makromolekul\_2011.pdf>.

**Дополнительная:**

4. А.Р.Хохлов, С.И.Кучанов Лекции по физической химии полимеров.М.Мир.2000.
5. Кулиш, Елена Ивановна. Структура и динамика макромолекул : учеб. пособие / Е. И. Кулиш, С. В. Колесов .— Уфа : БашГУ, 2002 .— 60 с. — Библиогр.: с. 60 .— ISBN 5-7477-0644-6.
6. Кулиш Е. И. Физико- химия полимеров(Электронный ресурс ): учеб. пособие / Е. И. Кулиш; Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦБашГУ, 2012 - 108 с.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотечная система «ЭББашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензиибессрочные
8. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019
10. Linux OpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNU General Public License

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 121 (химфак корпус), лаборатория № 407 (химфак корпус), лаборатория № 412 (химфак корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус).</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p align="center"><b>Лаборатория № 121</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, комплект мебели ВНР, аквадистиллятор, доска аудиторная ДА (32)З, доска классная/2002г, микроскоп, насос, РМС "Ионометрия", информационный стенд, визкозиметр d=0,54 (10 шт.), визкозиметр d=1,16 (5 шт.), периодическая система Менделеева (2шт.), стол 2-х тумб., стол 2-х тумб., подставка-кафедра.</p> <p align="center"><b>Лаборатория № 407</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, прибор, установка.</p> <p align="center"><b>Лаборатория № 412</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, газометр</p> <p align="center"><b>Лаборатория № 220</b> Комплект мебели ВНР, набор химической посуды, весы ВСЛ-200/1 1А, мешалка магнитная</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 10/17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>

<p>(химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p>	<p>EcoStir(1.5л,300-2000об/мин, платформа диам. 120 мм, без нагрева), РМС "Кондуктометрия" (Рабочее место студента), спектрофотометр ЮНИКО-2800, термостат жидкостный ВИС-Т-02</p> <p><b>Читальный зал № 1</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал № 5</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал № 6</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал № 7</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p>
<p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b>  читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 111 (химфак корпус), лаборатория № 115 (химфак корпус), лаборатория № 208 (химфак корпус).</p> <p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b>  лаборатория № 013 (химфак корпус).</p>	<p><b>Лаборатория № 111</b>  Учебная мебель, весы ALC-150d3 (150 г, 1мг, внешняя калибровка) ACCULAB, выч/блок для управления приводом реометра крутящего момента HAAKE PolyLab OSc сист., компрессор поршневой безмасляный METABO Basic 250-24W OF, компьютер в составе: системный блок Celeron G 3900/4 GB/500GB/450W/Win7PRO по ц., система реометра крутящего момента HAAKE PolyLab OS с двухшнековым экструдером, термопластавтомат Babyplast горизонтального типа с объемом впрыска до 15см<sup>3</sup>, шкаф сушильный LOIP LF-120/300-VS1, стол лабораторный 1300x1000x1050мм, керамогранит,усил.корпус, дробилка отходов Mini Goliath, литьевая пресс-форма для пр-ва образц. для опр.проч.на разрыв, литьевая пресс-форма для пр-ва образц. для опр. ударной вязкости по Шарпи, промышленный индивидуальный охладитель, термостат для темперирования пресс-форм, шкаф электроавтоматики для подключения ТПА, щетка из мессинга для очистки прибора, щетка хоз-ая для очистки приборов, установка для пров. спец. исследований: Везерометр для комп. испытаний мат. на стойкость, установка для проведения специализированных исследований.: Портативный спектрофотометр, комплект мебели ВНР, комплект спец. об. (Автом.копер,Станок,Прибор,НВ-3000-Р3), специализ. оборуд. для получения полимерных композитов методом экструзии.</p>
	<p><b>Лаборатория №115.</b>  Анализатор влажности весовой, весы аналитические двухдиапазонные, ИБП Cyber Power PR1500ELCD, ИБП Cyber Power PR2200ELCDSL, ИК-Фурье спектрометр</p>

«IRAffinity-1S» фирмы Shimadzu в комплекте с управляющей станцией (компьютер), термоаналитический комплекс для проведения измерений в режиме дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрии (дифференциальный сканирующий калориметр модели DSC214polyma и термогравиметрический анализатор модели TG209F1 Libra со встроенным Фурье-ИК спектрометром Pergeus) в комплекте с управляющей станцией (компьютер).

#### **Лаборатория № 208**

Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, аквадистиллятор ДЭ-4М,220В, СПб, весы HTR-220CE VIBRA 220г, комп. в сос: Монит.23"ViewSonic. проц. Soc-1155.3.3/5000/3m, клав. Genius, мышь Genius, модульный реометр в комплекте: модульный реометр Нааке MARS III, программное обеспечение, система термостатирования для измерительных систем, стандартная высокотемпературная измерительная геометрия, стандартная малоинерционная измерительная геометрия, стандартная малоинерционная измерительная, полка металлическая цельносварная, 1200x250x900мм, колбонагреватель LOIP LH-250, стол лабораторный пристенный 1200\*600\*900/1800, стол лабораторный 1200\*600\*720, стол лабораторный 1300\*600(900)\*720, стол усиленный для приборов 1000\*600\*720, стол-мойка лабораторная с сушкой 800\*600\*900/1500, шкаф вытяжной лабораторный 1200\*720\*2200, шкаф для хранения реактивов и посуды 600\*400\*1800, штатив лабораторный Бунзена, штатив лабораторный Бунзена, жалюзи алюминиевые Б-100 0,60\*1,30, жалюзи алюминиевые Б-100 0,68\*1,35 (2 шт.), жалюзи алюминиевые Б-100 1,06\*0,57, стул "Изо"(2 шт.)

#### **Лаборатория № 013**

Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г\*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HPLaserJetM1536 DNFMFP (CE538A)128mb, электроплитка

Приложение № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Структура и динамика макромолекул

очная

форма обучения

7 семестр

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	1/36
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32,5
лекций	32
практических/ семинарских	-
лабораторных	-
контроль самостоятельной работы (КСР)	-
ФКР	<b>0,5</b>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	3,5

8 семестр

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	30,2
лекций	-
практических/ семинарских	-
лабораторных	-30
контроль самостоятельной работы (КСР)	-
ФКР	<b>0,2</b>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	77,8

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Принципиальные отличия полимерных тел от низкомолекулярных, обусловленные их длинноцепочечной структурой. Понятие о структуре макромолекул. Многоуровневая структура макромолекул.		6				1-6		
2.	Понятие о химической и геометрической структуре макромолекул. Линейная, пространственная и разветвленные формы макромолекул.		4			20	1-6		
3.	Конфигурационная структура макромолекул. Ближний и дальний порядок. Тактичность полимера. Влияние конфигурационной структуры полимера на его свойства.		6				1-6		
4.	Понятие о конформации макромолекулы. Идеальный		4				1-6		тесты



	макромолекулярный клубок. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Механизмы гибкости полимерных цепей. Модели гибкости полимерных цепей: свободно-сочлененная, с фиксированным валентным углом, персистентная модель. Величина сегмента Куна и персистентная длина для этих моделей.								
5.	Универсальность макроскопических конформационных свойств макромолекулы. Гауссово распределение для идеальной полимерной цепи и стандартная модель макромолекулы. Свойства гауссова клубка, понятие хаусдорфовой размерности, фрактальные свойства и свойство масштабной инвариантности.	6				20	1-6		
6.	Модели полимерных цепей для описания систем с объемными взаимодействиями. Модель бусинок и решеточная модель. Вириально-разложение для вклада объемных взаимодействий. Параметр	6					1-6		групповой контрольный опрос

	<p>набухания полимерного клубка. Термодинамически хороший и плохой растворитель. Понятие о температуре. Глобулярное состояние длинной линейной полимерной цепи в "плохом" растворителе. Вычисление свободной энергии глобулы. Фазовый переход клубок-глобула. Зависимость характера перехода от жесткости цепи.</p>								
7.	<p>Система многих цепей. Топологическая структура макромолекул. Концентрированные полимерные растворы. Кроссовер. Концентрационные режимы поведения полимеров в растворе. Эффект исключенного объема в полуразбавленном растворе, режим хорошего растворителя. Экранирование объемных взаимодействий в полимерных растворах. Фазовое разделение полимерных растворов в плохих растворителях. Типы фазовых диаграмм</p>				6	20		1-6	
8.	<p>Влияние топологических ограничений на свойства полимерных цепей.</p>				4			1-6	

	<p>Понятие узла и сетки зацеплений.</p> <p>Среднеквадратичный размер случайно-разветвленных и заузленных молекул.</p> <p>Межмолекулярные взаимодействия в полимерах.</p>								
9.	<p>Влияние энергии межмолекулярного взаимодействия и формы макромолекул на коэффициент молекулярной упаковки в полимерных системах.</p> <p>Особенности проявления межмолекулярных взаимодействий в полимерных системах. Физические гели. Модели образования физических гелей. Свойства полимеров при наличии эффективного межмолекулярного взаимодействия.</p>				6	17,8		1-6	тесты
10.	<p>Понятие о надмолекулярной структуре. Развитие представлений о надмолекулярной структуре аморфных полимеров.</p> <p>Особенности структуры и надмолекулярной организации аморфных и кристаллических полимеров. Кластерная модель</p>				4			1-6	

	строения аморфных полимеров								
11.	Модели динамики полимерной цепи в растворе и расплаве.				10	3,5	1-6	Модель Рауза. Модель Зимма. Модель рептаций. Режимы рептационного движения макромолекулы.	
	<b>Всего часов:</b>	35,5	32		30	81Ю3			

Приложение № 2  
**Рейтинг-план дисциплины**  
**Структура и динамика макромолекул**  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)  
Направление подготовки 04.03.01 Химия

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестовый контроль	0,5	30	0	<b>15</b>
2. Наличие лекций...	5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. групповой опрос	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестовый контроль	0,5	30	0	15
2. Наличие лекций.	5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. групповой опрос	25	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Написание тестовых заданий			0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет			0	0