

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
декан естественно-  
географического факультета



С.В. Жеглов  
«30» августа 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Высокомолекулярные соединения

---

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
бакалавриат

---

Направление подготовки 04.03.01 Химия

---

Направленность (профиль) Нефтехимия

---

Форма обучения Очная

---

Сроки освоения ОПОП Нормативный, 4 года

---

Факультет (институт) Естественно-географический

---

Кафедра Химии

---

Рязань, 2019

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями освоения дисциплины

Высокомолекулярные соединения

являются формирование компетенций у студентов в области знаний основ науки о полимерах и о ее важнейших практических приложениях.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина Высокомолекулярные соединения относится к обязательной части Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

Физические методы исследования

Органическая химия

Неорганическая химия

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Подготовка и защита ВКР

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Основные понятия химии высокомолекулярных соединений и закономерности химии полимеров	Глубокими, специализированными знаниями, на основе которых осуществляется критический анализ, оценка и синтез инновационных идей	Навыками сбора, обработки и систематизации информации по теме исследования
.		<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Стандартные методы обработки и представления результатов эксперимента	Применять современными представлениями о ВМС для решения конкретных задач в химии. Использовать данные по строению ВМС для изучения их свойств; использовать структурные	Навыками проведения химического эксперимента по получению и изучению свойств полимеров

				данные химическом исследовании.	В
		<b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Теоретические основы, проблемы развития и Современные направления химии высокомолекулярных соединений. Современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний	Интерпретировать и обобщать результаты экспериментов и литературных данных в соответствии с современными направлениями развития химии ВМС	Навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций; навыками по подготовке информационных обзоров, рецензий, отзывов и заключений на научно-техническую документацию и отчеты по теме или результатам исследований.
2	<b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Технику безопасности при работе в химической лаборатории, правила хранения и утилизации реактивов, первую помощь при отравлениях, ожогах.	Применять безопасные приемы при работе с органическими реактивами и химическими приборами.	Способами безопасного обращения с химическими реагентами с учетом их физических и химических свойств.
		<b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием	Современные технологические методы создания полимерных материалов и	Самостоятельно работать с химической аппаратурой и реактивами, решать	Навыками проведения химического эксперимента по получению и

		имеющихся методик	изделий на их основе	возникающие вопросы, связанные как с постановкой химических экспериментов, так и с теоретическими вопросами	изучению свойств полимеров
		<b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Методы идентификации и исследования свойств высокомолекулярных соединений и композитных материалов	Применять современную научную аппаратуру в химическом эксперименте	Навыками анализа высокомолекулярных веществ при решении исследовательских и практических задач
3	<b>ОПК-3</b> Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	<b>ОПК-3.1.</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	Специфику полимерного состояния вещества, химию полимеров и полимерных композиционных материалов, особенности физических свойств ВМС и композитных материалов.	Прогнозировать свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры	Основными методами полуэмпирических расчетов для решения профессиональных задач

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		№ 8	№	№	№
		часов	Часов	часов	часов
1	2	3	4	5	6
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	<b>80</b>	<b>80</b>			
В том числе:					
Лекции (Л)	<b>20</b>	20			
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	<b>60</b>	60			
Иные виды занятий					
2. Самостоятельная работа студента (всего)	<b>28</b>	28			
3. Курсовая работа (при наличии)	КП				
	КР				
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		3		
	экзамен (Э)				
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## 2.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
8	1	Классификация полимеров	<p>Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе, их значение как промышленных материалов (пластмассы, волокна и пленки, покрытия). Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементарорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блоксополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Макромолекулы и их поведение в растворах. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Локальные конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереорегулярные макромолекулы. Конформация макромолекулы и конформационная изомерия. Внутримолекулярное вращение и</p>

			<p>гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул(среднее расстояние между концами цепи, радиус макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина). Свободносочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи(гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости(жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей.</p>
	2	Макромолекулы в растворах	<p>Термодинамический критерий растворимости идоказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер– растворитель. Критические температуры растворения. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и <math>\theta</math>-температура(<math>\theta</math>условия). Невозмущенные размеры макромолекулы в растворе и оценки гибкости. Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Физикохимические основы фракционирования полимеров. Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах.</p>



			<p>Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкость. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Амфотерные полиэлектролиты. Концентрированные растворы полимеров и гели. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров. Полимерные тела. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципов упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханические кривые. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Релаксационные явления в полимерах. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол.</p>
--	--	--	---

			<p>Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Хрупкость полимеров. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Принципы формирования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов.</p>
	3	Химические свойства и химические превращения полимеров	<p>Особенности химических реакций в полимерах по сравнению с химическими свойствами низкомолекулярных соединений. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации</p>

			<p>макромолекул. Деструкция полимеров и ее механизм. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Принципы стабилизации полимеров. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол). Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитые и блок-сополимеры: основные принципы синтеза и физико-механические свойства.</p>
	4	Синтез полимеров	<p>Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Классификация цепных полимеризационных процессов. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Псевдоживая радикальная полимеризация. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию.</p>

			<p>Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. “Живые цепи”. Координационноанионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.</p>
	5	Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов	<p>Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов. Методы обработки экспериментальных данных. Спектроскопия полимеров. Теплофизические методы. Масс-спектрометрия. Рентгеноструктурный анализ полимеров.</p>

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ (при наличии)

Семестр № 8:

1. Свойства полимеров. Получение новолака поликонденсацией фенола с формальдегидом в кислой среде. Получение олигомеров резольного типа из фенола и формальдегида в присутствии аммиака.
2. Определение молекулярной массы полиметилметакрилата вискозиметрическим методом. Изготовление клея на основе карбамидоформальдегидного полимера. Тривиальная (торговая), рациональная и систематическая номенклатура полимеров.
3. Деструкция и денатурация природных полимеров. Деполимеризация полиметилметакрилата.
4. Получение сополимера метилметакрилата со стиролом радикальной сополимеризацией.
5. Получение полистирола полимеризацией стирола в суспензии.
6. Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией метилметакрилата.
7. Получение карбамидоформальдегидного продукта конденсации по горячему способу.
8. Получение полиарилата из фенолфталеина и дихлорангидрида терефталевой кислоты низкотемпературной поликонденсацией в растворе.

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 28 часов. Видами СРС являются подготовка к защите ЛР, подготовка к коллоквиуму, собеседованию.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (см. Фонд оценочных средств)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине (модулю) *(при необходимости)*.

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Высокомолекулярные соединения [Текст] : учебник / Ю. Д. Семчиков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 368 с.

## 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
	Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Киреев. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 365 с.
	Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Киреев. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 243 с.
	Лабораторный практикум по высокомолекулярным соединениям / Сост. М.Г. Максимова, И.О. Попова – Рязань: изд-во РГУ, 2017

\* – литература может быть представлена в текстовом варианте.

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 20.01.2020).
2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.01.2020).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 20.01.2020).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.01.2020).
6. Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)\*

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. – Режим доступа: [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru), свободный (дата обращения: 20.01.2020).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru), свободный (дата обращения: 20.01.2020)
3. [ABC Chemistry](http://www.abc-chemistry.ru) [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог

- журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).
4. [ChemSpider](http://www.chemspider.com/) [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 20.01.2020).

#### 5.5. Периодические издания

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Указываются требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

1. Оборудованные лекционные аудитории: Видеопроектор, экран настенный, ноутбук.
2. Аудитории для проведения лабораторных работ (учебные лаборатории): химические столы, вытяжные шкафы с подводом воды, лабораторная посуда, весы, газовые горелки, центрифуга, роторный испаритель, сушильный шкаф.

### 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.), прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др.

Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат/курсовая работа	<i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. <i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине.
Практикум/лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ (можно указать название брошюры и где находится) и др.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
и др.	
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

Название ПО	№ лицензии
MS Windows Professional Russian	47628906
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.
Офисное приложение Libre Office	свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone Image Viewer	свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC media player	свободно распространяемое ПО
Запись дисков Image Burn	свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	свободно распространяемое ПО



9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ