

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



(подпись)

« 30 » августа 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05. Педагогическое образование

Направленность (профиль) подготовки: Химия и Биология

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 5 лет

Факультет (институт) Естественно-географический

Кафедра химии

Рязань, 2019

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Целью освоения учебной дисциплины «Высокомолекулярные соединения»** является формирование, развития и углубления знаний студентов в той части химии, которая изучает высокомолекулярные соединения. Изучить основные свойства высокомолекулярных соединений отличных от свойств низкомолекулярных веществ. Большие размеры и цепное строение макромолекул обуславливают появление ряда важных специфических свойств, которые определяют практическую ценность полимеров как материалов, а также их биологическое значение.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Химия и Биология относится Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимо знать, уметь и владеть учебным материалом, формируемым предшествующими дисциплинами:

- Аналитическая химия
- Биологическая химия

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимо знать, уметь и владеть учебным материалом, формируемым данной учебной дисциплиной:

-

## 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 профессиональных (ПКО) и (ПКР) 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.	ПКО-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПКО-1.1. Объясняет (интерпретирует) содержание, сущность, закономерности, особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; принципы, определяющие место предмета в общей картине мира	основные законы, теории, принципы и правила теоретических основ химии.	описывать свойства неорганических веществ, исходя из их строения	эффективно химическим аппаратом, методами и методиками необходимыми для профессиональной деятельности
2.	ПКР-9. Способен использовать теоретические знания, практические умения и навыки для решения учебных и исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения	ПКР-9.4 Демонстрирует знание основных законов и теоретических основ химии для решения профессиональных задач в области педагогической деятельности	теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических задач	Проводить лабораторные исследования химических свойств веществ, выявлять закономерности в свойствах и строении веществ, прогнозировать свойства веществ, исходя из строения.	Приемами обращения с лабораторным оборудованием, реактивами, приборами. Методами безопасного обращения с химическими материалами

3.	ПКР-9. Способен использовать теоретические знания, практические умения и навыки для решения учебных и исследовательских задач в предметной области в соответствии с профилем и уровнем обучения	ПКР-9.5 Применяет основы современных теорий в области физико-химических исследований и способы их применения для решения теоретических и практических задач	синтетические и аналитические методы исследования химических процессов, методы получения, идентификации и исследования свойств неорганических веществ	самостоятельно работать с химическими реактивами, решать возникающие вопросы, связанные как с постановкой химических экспериментов, так и с теоретическими вопросами	способностью самостоятельно составлять план исследования.
----	---	--	---	--	---

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		№9 часов			
1	2	3			
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	48	48			
В том числе:					
Лекции (Л)	12	12			
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Иные виды занятий					
2. Самостоятельная работа студента (всего)	60	60			
3. Курсовая работа (при наличии)	КП				
	КР				
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),				
	экзамен (Э)	Э	Э		
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	144	144		
	зач. ед.	4	3		

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
9	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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Внутримолекулярное вращение и 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>

в Термодинамический критерий растворимости и доказательство 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  $\theta$ -температура( $\theta$ -условия).

Невозмущенные размеры макромолекулы в растворе и оценки гибкости.

Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Физико-химические основы фракционирования полимеров.

Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров.

Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. 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

			<p>молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Релаксационные явления в полимерах. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. 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>
9	3	Химические свойства и 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 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>
9	4	Синтез полимеров.	<p>Классификация основных методов получения полимеров.</p>



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. 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".

Координационно-ионная 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.

## 2.1. Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Получение новолака поликонденсацией фенола с формальдегидом в кислой среде

Лабораторная работа № 2. Получение олигомеров резольного типа из фенола и формальдегида в присутствии аммиака

Лабораторная работа № 3. Получение карбамидо-формальдегидного продукта конденсации по горячему способу

Лабораторная работа № 4. Получение продукта конденсации карбамида и формальдегида холодным способом

Лабораторная работа № 5. Изготовление клея на основе карбамидо-формальдегидного полимера

Лабораторная работа № 6. Получение полиарилата Ф-1 из фенолфталеина и дихлорангидрида изофталевой кислоты поликонденсацией на поверхности раздела фаз

Лабораторная работа № 7. Получение полиарилата из фенолфталеина и дихлорангидрида терефталевой кислоты низкотемпературной поликонденсацией в растворе

Лабораторная работа № 8. Получение полистирола полимеризацией стирола в эмульсии

Лабораторная работа № 9. Получение полистирола полимеризацией с персульфатом аммония

Лабораторная работа № 10. Получение полистирола полимеризацией стирола в суспензии

Лабораторная работа № 11. Получение сополимера метилметакрилата со стиролом радикальной сополимеризацией

Лабораторная работа № 12. Полимеризация стирола в массе в присутствии трифторуксусной кислоты

Лабораторная работа № 13. Полимеризация стирола в растворе в присутствии трихлоруксусной кислоты

Лабораторная работа № 14. Полимеризация стирола в растворе в присутствии четыреххлористого олова

Лабораторная работа № 15. Получение полиметилметакрилата радикальной полимеризацией метилметакрилата

Лабораторная работа № 16. Получение поливинилового спирта гидролизом поливинилацетата

Лабораторная работа № 17. Деполимеризация полиметилметакрилата

Лабораторная работа № 18. Деструкция и денатурация природных полимеров

Лабораторная работа № 19. Определение молекулярной массы полиметилметакрилата вискозиметрическим методом

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 60 часов. Видами СРС являются: подготовка к письменному отчету-защите по лабораторным работам, подготовка к устному собеседованию по теоретическим разделам, подготовка к тестированию знаний фактического материала, подготовка к защите электронных рефератов-презентаций.

### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

*(см. Фонд оценочных средств)*

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

#### 5.1. Основная литература

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010.

#### 5.2. Дополнительная литература

2. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения. - М.: Высшая школа, 1981. - 656 с.

#### 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: 15.01.2019).
2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2019).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.02.2019).
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: 19.03.2019).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2019).
6. Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2020).

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: 20.01.2019).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru), свободный (дата обращения: 20.01.2019)
3. *ABC Chemistry* [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2019).
4. *ChemSpider* [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 20.01.2019).

5.5. Периодические издания

1. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический.
2. Вестник Московского университета. Серия Химия.
3. Вестник образования России.
4. Вестник Рязанского гос. унив. имени С.А. Есенина.
5. Дистанционное и виртуальное обучение.
6. Журнал органической химии.
7. Известия РАН Серия Биологическая.
8. Известия РАН Серия Химическая.
9. Успехи современной биологии.
10. Успехи химии.
11. Ученые записки Казанского университета. Серия. Естественные науки.
12. Химия и жизнь.

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

Указываются требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные лекционные аудитории: видепроектор, экран настенный, специализированные химические лаборатории, оборудованные наборами необходимых реактивов, химической посудой и специализированным оборудованием.

## 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.
Электронные презентации	Электронные презентации теоретического материала – проблемные лекции в форме электронной презентации с последующим кратким обсуждением и подведением итогов работы (технология «заключительного слова»), направленным на обобщение, толкование и интерпретацию материала Электронные рефераты-презентации – исследование, интерпретация и демонстрация материала по выбранной проблематике с последующим анализом, дискуссией, оппонированием, и оценкой. Ориентированы на индивидуальное интеллектуальное и творческое развитие. Также выступает как одна из форм групповой работы по: - единой проблеме и одинаковым вопросам; - различным проблемам; - общей проблеме, но различным ее аспектам. Направлены на фиксацию, рецензирование, систематизацию, демонстрацию фактического материала и составление суждения с последующим обсуждением в группе.
Лабораторная работа	Проводятся согласно методическим указаниям. Описания лабораторных работ и методические указания по их выполнению имеются на кафедре в электронном и текстовом вариантах.
Тестирование	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

Название ПО	№ лицензии
-------------	------------

MS Office 2007 russian acdmc open	45472941
MS Windows Professional Russian	47628906
LibreOffice	свободно распространяемая
7-zip	свободно распространяемая
FastStoneImageViewer	свободно распространяемая
FoxitReader	свободно распространяемая
doPdf	свободно распространяемая
VLC media player	свободно распространяемая
ImageBurn	свободно распространяемая
DjVu Browser Plug-in	свободно распространяемая