

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Институт Естественных наук
Кафедра Химия**

Утверждено на заседании кафедры Химия

«09» февраля 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой



В.А.Алферов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Высокомолекулярные соединения»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
04.03.01 Химия

с направленностью (профилем)
**Химия окружающей среды, химическая экспертиза и
экологическая безопасность**

Форма обучения: очная

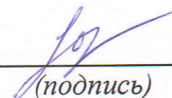
Идентификационный номер образовательной программы: 040301-01-21

Тула 2021 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Горячева А.А., доцент, к.х.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации. Объективная основа формирования фундаментальной научной дисциплины "Высокомолекулярные соединения" заключается в том, что полимерное состояние - особая форма существования веществ, которая в основных физических и химических проявлениях качественно отличается от низкомолекулярных веществ.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных свойств высокомолекулярных соединений отличных от свойств низкомолекулярных веществ
- овладение основными методами синтеза и модификации высокомолекулярных соединений,
- изучение химических превращений полимеров, участие в этих реакциях макромолекул, макрорадикалов, макроионов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) основы теории фундаментальных разделов химии; состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений; технику химического эксперимента (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1);
- 2) химические свойства и фазовый состав веществ и материалов; методы синтеза веществ и материалов разной природы (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1).

Уметь:

- 1) систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);

2) работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2);

Владеть:

1) навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, методологией выбора методов анализа; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);

2) навыками проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе; опытом работы на серийной научной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3);

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	Э	5	180	42	-	42	-	2	0,25	93,75
Итого	–	5	180	42	-	42	-	2	0,25	93,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Основные понятия и определения макромолекулярных соединений: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР).

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры
3	Синтез полимеров. Классификация цепных полимеризационных процессов. Ради- кальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы иници- аторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимериза- ции при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Степень полимеризации полимеров, образующихся при радикальной полимериза- ции.
4	Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в кати- онную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика про- цесса.
5	Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в ани- онную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. "Живые цепи". Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера - Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полиме- ров.
6	Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительные ре- акционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и дру- гих факторов; схема Q-e
7	Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимериза- ционных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и по- ликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое рас- пределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации.
8	Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.
9	Химические свойства полимеров. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромо- лекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Осо- бенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.
10	Химические реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации макромо- лекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполи- меризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров.
11	Модификация полимеров. Химические реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации макромолекул. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отвер- ждение эпоксидных смол). Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитие и блок-сополимеры - основные принципы синтеза и физико- химические свойства.

№ п/п	Темы лекционных занятий
12	Поведение макромолекул в растворах. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.
13	Макромолекулы в растворах. 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.
14	Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.
15	Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия ионизированных макромолекул. Специфическое связывание противоионов. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Амфотерные полиэлектролиты.
16	Свойства полимерных тел. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Аморфные и кристаллические полимеры. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления.
17	Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Механические свойства полимеров. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Термомеханические кривые аморфных полимеров.
18	Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Принцип температурно-временной суперпозиции.
19	Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.
20	Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.
21	Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм "холодного течения" кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>7 семестр</i>	
1	Синтез полимеров 1. Полиэтерификация. 2. Полиамидирование. 3. Неравновесная поликонденсация на границе раздела фаз.
2	Химические свойства и превращения полимеров
3	Физико-химические свойства растворов полимеров 1. Определение Θ -температуры раствора полимера по критическим температурам растворения. 2. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Определение коэффициента набухания макромолекул Оценка полидисперсности полимера Определение молекулярной массы полимера 3. Оценка полидисперсности макромолекул полимера методом турбидиметрического титрования 4. Исследование макромолекул в растворе методом светорассеяния Определение молекулярной массы, гидродинамического радиуса макромолекул, второго вириального коэффициента. Определение размеров частиц латекса.
4	Коллоквиум 1
5	Физико-химические свойства полиэлектролитов 1. Определение констант диссоциации полимерной кислоты и ее низкомолекулярного аналога. 2. Определение изоэлектрической точки полиамфолита. 3. Определение изоионной точки полиамфолита. 4. Определение характеристической вязкости раствора полиэлектролита методом изоионного разбавления. 5. Кооперативные реакции между макромолекулами полиэлектролитов
6	Физико-механические свойства полимеров
7	Структура и фазовые превращения полимеров
8	Коллоквиум 2

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>7 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
2	Подготовка к коллоквиуму №1
3	Подготовка к коллоквиуму №2
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<i>7 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №1-4	10
		Коллоквиум №1	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Выполнение лабораторной работы №5-8	10
		Коллоквиум №2	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется аудитория для чтения лекций оснащенная видеопроектором, настенным экраном; для проведения лабораторных работ – лаборатория органической химии, оснащенная необходимыми приборами (весы аналитические и технические, эл. плитка, установка для титрования, установка для синтеза ВМС, вискозиметры) и реактивами.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

(Наличие указываемых изданий в библиотеке ТулГУ или в ЭБС ТулГУ обязательно)

7.1 Основная литература

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов / Ю.Д.Семчиков. — 3-е изд.,стер. — М. : Академия, 2006. — 368с.
2. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учебник для вузов / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : КолосС, 2007. — 367с.
3. Кербер, М.Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технологии : учеб.пособие для вузов / Кербер М.Л. [и др.]; под общ.ред.А.А.Берлина. — СПб. : Профессия, 2008. — 560с.

7.2 Дополнительная литература

1. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А.А.Берлин[и др.].- М. Химия, 1990. – 240 с.
2. Шур, А. М. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов / А. М. Шур. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1981. — 656 с.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров, М., Научный мир, 2007. – 576с.
4. Практикум по высокомолекулярным соединениям, под редакцией В.А. Кабанова, Учебное пособие, М.: Химия, 1987

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://elibrary.ru/> Научная Электронная Библиотека *eLibrary* – библиотека электронной периодики, режим доступа: по паролю.- Загл. с экрана.
2. <http://window.edu.ru>. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - Загл. с экрана.

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложение «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.chem.msu.ru/> Химическая информационная сеть.
2. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс