

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.13
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия высокомолекулярных соединений

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	34	34
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	68,25	68,25
Самостоятельная работа	75,75	75,75
Контроль		
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

д.х.н., профессор Козлов В.Г

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знания основ науки о полимерах и создание представления о её важнейших практических приложениях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Общая и неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Аналитическая химия», «Теоретические основы энерго- и ресурсосберегающих процессов».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технология переработки и утилизации отходов»; «Технология переработки полимеров»; «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)	-	Знать: теоретические основы химии высокомолекулярных соединений и производства полимеров
		Уметь: использовать естественнонаучные законы, методы математического анализа и моделирования при анализе результатов в области химии высокомолекулярных соединений
		Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования в области синтеза высокомолекулярных соединений
способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-3)	-	Знать: принципы различных методов разделения смесей, их возможности.
		Уметь: описывать механизмы химических реакций, происходящих при реализации процессов разделения.
		Владеть: понятийным аппаратом и теоретическими представлениями принципов разделения смесей.
способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-15)	-	Знать: перспективы развития химии высокомолекулярных соединений, основные методы проведения синтеза и изучения свойств высокомолекулярных соединений
		Уметь: самостоятельно работать с методическими рекомендациями, проводить химический

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		эксперимент в области химии высокомолекулярных соединений
		Владеть: методами организации самостоятельной работы при проведении эксперимента; способностью самостоятельно проводить анализ полученной информации

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Реакции цепной полимери- зации	Лек1	Классификация ВМС. Молекулярная масса высокомолекулярных соединений.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 1-2
	Лек2	Классификация способов получения ВМС. Радикальная полимеризация. Элементарные стадии процесса.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 3-4
	Лаб1	Кинетика радикальной полимеризации в эмульсии	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 4-6
	Лек3	Кинетика радикальной полимеризации. Степень полимеризации. Гель-эффект. Псевдоживая радикальная полимеризация.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 5-9
	Лек4	Ионная полимеризация. Механизм катионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров. Псевдокатионная и псевдоживая катионная полимеризация.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 10-12
	Лаб2	Кинетика радикальной полимеризации в эмульсии. Защита работы	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 4-6
	Лек5	Механизм анионной полимеризации с обрывом цепи. Живая полимеризация. Полимеризация с переносом группы.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 13-14
	Лек6	Анионно-координационная полимеризация диенов. Механизм координационно-ионной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 15-16
Модуль 2. Сополиме-	Лаб3	Определение констант сополимеризации стирола с акриловой кислотой	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 17-19

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Реакции ступенчатого синтеза полимеров	ризация	Промежуточная аттестация	5	0,25	-	-	-
	ПА						
	Лек7	Совместная полимеризация. Константы сополимеризации. Чередующаяся сополимеризация. Связь строения мономера и радикала с реакционной способностью. Схема $Q - e$.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 17-19
	Лек8	Различие между ионной и радикальной сополимеризацией. Способы проведения полимеризации.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 20-21
	Лаб4	Определение констант сополимеризации стирола с акриловой кислотой. Защита работы	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 17-19
	Лек9	Поликонденсация. Классификация процессов поликонденсации. Кинетика линейной поликонденсации. Средняя степень полимеризации.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 22-25
	Лек10	Молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Обменные реакции. Разветвлённые и сшитые полимеры. Сверхразветвлённые полимеры.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 26-28
	Лаб5	Поликонденсация карбамида с формальдегидом	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 22-26
	Лек11	Полиприсоединение: образование полиуретанов и полимочевин. Способы проведения ступенчатого синтеза полимеров.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 29-30

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 4. Химические превращения полимеров	Лек12	Полимеризация циклических соединений, её особенности.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 31
	Лаб66	Поликонденсация карбамида с формальдегидом. Защита работы	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 22-26
	Лек13	Особенности химических реакций полимеров.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 32
	Лек14	Реакции, не сопровождающиеся изменением степени полимеризации: полимераналогичные превращения, внутримолекулярные реакции.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 33-34
	Лаб7	Получение поливинилбутираля.	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 32-33
	Лек15	Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации: межмолекулярные реакции.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 35
	Лек16	Реакции, приводящие к увеличению степени полимеризации: блок- и привитая сополимеризация.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 36-37
	Лаб8	Получение поливинилбутираля. Защита работы	5	4	-	-	Вопросы к зачету № 32-33
	Лек17	Реакции, приводящие к уменьшению степени полимеризации: деструкция.	5	2	-	-	Вопросы к зачету № 38-41
	Лаб9	Защита работ.	5	2	-	-	
СР			5	75,75	-	-	
Итого:				144	100		

Схема расчета итогового балла $\langle (\text{Сумма} + T_{\text{ср}})/2 \rangle$ - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, а на лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала дисциплины с использованием лекционного курса, *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Рассмотреть наиболее существенные аспекты химии и физико-химии полимеров в их единстве, привносимом макромолекулярностью и цепным строением.

2. Сформировать у студентов представления о химических особенностях полимерного вещества.

3. Закрепить умения и навыки работы студентов в области синтеза и анализа полимеров различных классов.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-2	Вопросы к зачету № 1-41
	ОПК-3	Вопросы к зачету № 1-41
	ПК-15	Вопросы к зачету № 1-41

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Банк тестовых заданий (размещён на Образовательном портале ТГУ или в системе электронного обучения Moodle)
(наименование оценочного средства)

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

1. Что является активным центром при полимеризации виниловых мономеров в присутствии иницирующей системы $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$:

- 1) Катион?
- 2) Анион?
- 3) Свободный радикал?
- 4) Полимеризация не протекает?

2. Чем однозначно определяется состав сополимера, образующегося на начальных стадиях превращения при радикальной сополимеризации стирола (Ст) с метилметакрилатом (ММА) в растворе:

- 1) Природой и концентрацией растворителя?
- 2) Концентрацией инициатора и соотношением концентраций Ст и ММА?
- 3) Константами сополимеризации Ст и ММА?
- 4) Константами сополимеризации Ст и ММА и соотношением концентраций Ст и ММА?

3. С образованием какого продукта протекает реакция отщепления хлора от поливинилхлорида:
- 1) Обладающего полупроводниковыми свойствами?
 - 2) Окрашенного?
 - 3) Повышенной термостабильности?
 - 4) Не характеризующегося перечисленными свойствами?
4. Определите критическую температуру полимеризации ($T_{кр}$) некоторого мономера, если тепловой эффект его полимеризации составляет 54 кДж/моль, а энтропия полимеризации – 100 Дж/(моль·град):
- 1) $150\text{ K} < T_{кр} < 250\text{ K}$.
 - 2) $250\text{ K} < T_{кр} < 350\text{ K}$.
 - 3) $350\text{ K} < T_{кр} < 450\text{ K}$.
 - 4) $450\text{ K} < T_{кр} < 550\text{ K}$.
5. От каких факторов зависит состав сополимера при радикальной сополимеризации:
- 1) Скорости инициирования?
 - 2) Константы скорости обрыва цепи?
 - 3) Способа проведения сополимеризации?
 - 4) Констант скорости роста цепи?
6. Пиролиз какого полимера приводит к образованию полимерного продукта, содержащего внутримолекулярный цикл:
- 1) Полиметакриловой кислоты?
 - 2) Полибутилметакрилата?
 - 3) Поливинилацетата?
 - 4) Полистирола?

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Особенности и классификация высокомолекулярных соединений.
2	Молекулярная масса высокомолекулярных соединений.
3	Классификация способов получения синтетических полимеров.
4	Элементарные стадии радикальной полимеризации.
5	Кинетические закономерности радикальной полимеризации.
6	Уравнения для степени полимеризации.
7	Понятие о гель-эффекте.
8	Псевдоживая радикальная полимеризация.
9	Особенности ионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров.
10	Механизм катионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров.
11	Псевдокатионная и псевдоживая катионная полимеризация.
12	Механизм анионной полимеризации виниловых и диеновых мономеров с обрывом цепи.

№ п/п	Вопросы к зачету
13	Живая полимеризация.
14	Полимеризация с переносом группы.
15	Анионно-координационная полимеризация диенов.
16	Механизм координационно-ионной полимеризации на катализаторах Циглера-Натта.
17	Совместная полимеризация мономеров. Константы сополимеризации.
18	Чередующаяся сополимеризация.
19	Связь строения мономера и радикала с реакционной способностью. Схема $Q - e$.
20	Различие между ионной и радикальной сополимеризацией.
21	Способы проведения полимеризации.
22	Процессы поликонденсации, их особенности.
23	Классификация процессов поликонденсации.
24	Кинетика линейной поликонденсации.
25	Средняя степень полимеризации при поликонденсации.
26	Молекулярно-массовое распределение и обменные реакции при поликонденсации.
27	Разветвлённые и сшитые полимеры.
28	Сверхразветвлённые полимеры.
29	Полиприсоединение: образование полиуретанов и полимочевин.
30	Способы проведения ступенчатого синтеза полимеров.
31	Особенности полимеризации циклических соединений.
32	Химические превращения полимеров, их особенности.
33	Полимераналогичные превращения полимеров.
34	Внутримолекулярные реакции полимеров.
35	Межмолекулярные реакции полимеров.
36	Блоксополимеризация.
37	Привитая сополимеризация.
38	Процессы деструкции полимеров, их классификация.
39	Деструкция полимеров под действием физических факторов.
40	Деструкция полимеров под действием химических реагентов.
41	Стабилизация полимеров.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачёт (тестирование)	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент в результате тестирования и за выполнение и защиту лабораторных работ получает 55 и более баллов по формуле: «(Сумма/2)» - сумма баллов по всем учебным мероприятиям (лабораторные работы + тестирование), предусмотренным в курсе

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент в результате тестирования и за выполнение и защиту лабораторных работ получает менее 55 баллов по формуле: «(Сумма/2) - сумма баллов по всем учебным мероприятиям (лабораторные работы + тестирование), предусмотренным в курсе

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС ¹
1	Кленин В.И., Федусенко И.В.	Высокомолекулярные соединения	Учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д.	Введение в химию полимеров	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Орлов Ю.Н.	Химия и физика высокомолекулярных соединений:	Лабораторный практикум	2009	92
2	Осипов Г.В., Беспалова Г.Н.	Химия и физика полимеров	Учебное пособие	2012	ЭБС «Лань»
3	Усачёва Т.С., Козлов В.А.	Общая химическая технология полимеров	Учебное пособие	2012	ЭБС «Лань»
4	Шишонок М. В.	Высокомолекулярные соединения	Учебное пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"

¹ Указывается количество экз. для печатных изданий, для электронных изданий – наименование ЭБС.

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- – *Бутлеровские сообщения*

Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

- *Химия в интересах устойчивого развития*

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. **Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

- *Oriental Journal Of Chemistry*

Научный рецензируемый журнал открытого доступа. **Страна:** Индия. **Язык:** английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

- *Химия растительного сырья*

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения, обзоры, краткие сообщения и письма в редакцию, посвященные химии процессов, происходящих при глубокой химической переработке как растительного комплекса в целом, так и отдельных его компонентов, созданию принципиально новых эффективных технологических процессов комплексной переработки растительного сырья или усовершенствованию действующих. **Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Доступен полнотекстовый архив с 1997 года: <http://www.chem.asu.ru/chemwood/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	бессрочная
2	Office Standart	бессрочная

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория «Процессы и АХП». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-118	ученические.
2	Лаборатория "Высокомолекулярные соединения". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 220	Столы лабораторные островные; Столы лабораторные пристенные; Столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ ; весы аналитические ВЛР200 ; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый ; стол письменный; шкафы для химреактивов ; тумба для посуды и химреактивов ; регулятор напряжения БП2100; термостат UTU4 ; автоклав; полимеризатор ; штатив лабораторный ; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные ; химическая посуда.
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 307	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).
4	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 306	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева.
5	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных	Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-812	
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Г-401	Столы, стулья, компьютеры