

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б.1.3.9.2. «Методы исследования структуры  
и свойств полимеров»  
направления подготовки: 18.03.01 "Химическая технология"  
профиль 1 «Технология и переработка полимеров»

Квалификация выпускника: бакалавр

форма обучения - очная  
курс – 4  
семестр - 8  
зачетных единиц - 3  
часов в неделю - 4  
всего часов - 108  
лекции – 22  
коллоквиумы - нет  
практические занятия - нет  
лабораторные занятия - 22  
самостоятельная работа -64  
зачет -нет  
экзамен - 8 семестр  
РГР - нет  
курсовая работа - нет  
курсовой проект - нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП  
20.06.2022 года, протокол №10  
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления НФГД  
27.06.2022 года, протокол №5  
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Структура и свойства полимеров»:

- формирование научных представлений о взаимосвязи структуры и свойств полимеров;
- овладение знаниями о влиянии технологии формования изделий из полимеров на структуру материалов.

Задачами курса «Структура и свойства полимеров» является формирование у будущих специалистов знаний:

- о взаимосвязи между структурой разных уровней и свойствами природных и синтетических полимеров;
- о различии структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз полимеров и методами изучения этих фаз;
- о влиянии типичных стадий технологического процесса переработки полимеров на структуру и свойства полимеров в изделии.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Настоящая дисциплина относится к блоку дисциплин по выбору в системе подготовки бакалавра.

Изучаемая дисциплина рассматривает современные направления в изучении структуры и свойств полимерных материалов. Основное внимание уделяется современным методам исследования, основанным на использовании специальных методов регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для усвоения данной дисциплины: «Химия и физика полимеров», «Научные основы технологии переработки полимеров», «Технология переработки полимеров».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины магистр формирует и реализует следующие профессиональные компетенции при освоении ОПП ВО, реализующей федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВО):

- готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире - ОПК-3;
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности - ПК-18.

В результате изучения дисциплины «Структура и свойства полимеров» должен:

#### **3.1. Знать:**

- классификацию полимеров;

- современные представления о структуре и свойствах главных природных и синтетических полимеров;
- основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз полимеров;

### 3.2. Уметь:

- выбрать тип полимера для получения изделия с заданными свойствами;
- обосновать выбор интервалов значений основных технологических параметров, которые обеспечивали бы нужную структуру и свойства изделия из полимера.

### 3.3. Владеть:

- основными методами определения молекулярной массы полимеров;
- приёмами регулирования структуры и свойств полимеров;
- методикой типовых расчетов характеристик полимеров.

## 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	1,2		Структура и свойства природных полимеров	20	4		4		13
2	3,4		Структура и свойства синтетических полимеров	22	4		4		13
3	5		Структура и свойства аморфной фазы полимеров	20	4		4		13
4	6		Структура и свойства кристаллической фазы полимеров	20	4		4		13
5	7-9		Изменение структуры и свойств ПКМ на разных стадиях технологического процесса	26	6		6		12
			Итого	108	22		22		64

## 5. Содержание лекционного курса

№ Темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно методическое обеспечение
1	4	1,2	Структура и свойства природных полимеров. Структура и свойства целлюлозы, её производных и получаемых из этих полимеров изделий	1-10
2	4	3,4	Структура и свойства синтетических полимеров. Конформация и конфигурация макроцепей. Факторы, определяющие конфигурацию.	1-10
3	2	5	Структура и свойства аморфной фазы полимеров Структура и свойства аморфных и сетчатых полимеров, термодинамика их деформации в различных условиях.	1-10
4	6	6	Структура и свойства кристаллической фазы полимеров. Способы определения степени кристалличности. Теории тонкой структуры волокон.	1-10
5	6	7-9	Изменение структуры и свойств ПКМ на разных стадиях технологического процесса. Влияние течения, деформирования и термообработок на структуру и свойства ПКМ	1-10

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены.

## 7. Перечень практических занятий

Учебным планом не предусмотрены.

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Трудоемкость (часы)	Наименование лабораторных занятий
1	4	Определение молекулярно-массовых характеристик полимеров методом эбуллиоскопии
2	4	Исследование структуры полимерных материалов методом обращённой газовой хроматографии
3	4	Изучение структуры полимеров термомеханическим методом
4	4	Определение структурных характеристик растворов полимеров в химической технологии
5	6	Изменение структуры и свойств ПКМ на разных стадиях технологического процесса

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Трудоемкость (часы)	Вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	13	Структура поверхности искусственных волокон	1-14
2	13	Факторы, влияющие на вязкость расплавов полимеров (поликапроамид, лавсан, полиолефины)	1-14
3	13	Определение физико-механических характеристик сетчатых полимеров	1-14
4	13	Влияние кристаллитов на комплекс характеристик ПКМ	1-14
5	12	Влияние условий отверждения препрегов на физико-механические характеристики получаемых материалов	1-14

## 10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена.

## 11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена.

## 12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен.

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.3.9.1. «Структура и свойства полимеров» должны сформироваться профессиональные компетенции ОПК-3 и ПК-18.

Под компетенцией ОПК-3 понимается готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.

Формирование данной компетенции происходит в рамках учебных дисциплин «Методы исследования структуры и свойств полимеров», «Научные основы технологии переработки полимеров».

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-3	8 семестр	Формирование и приобретение навыков и умений в процессе освоения специальных методов регистрации и обработки результатов химических экспериментов;	Текущий контроль в форме отчета по лабораторным занятиям, отчета вопросам СРС п. 7 рабочей программы, тестирования и экзамена	Вопросы, тестовые задания	Экзамен по 5-бальной системе

Под компетенцией ПК-18 понимается готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

Формирование данной компетенции осуществляется также в рамках учебных дисциплин «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Доп. главы аналитической химии», «Основы методики научно-исследовательской работы», «Материаловедение. Технологии конструкционных материалов» и при прохождении учебной, производственных практик.

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-18	8 семестр	Формирование способностей использовать знания по структуре и свойствам химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.	Текущий контроль в форме отчета по лабораторным занятиям, отчета на практическом занятии по вопросам СРС п. 7 рабочей программы, тестирования, экзамена	Вопросы, тестовые задания, экзамен	Экзамен по 5-бальной системе

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельных работ, заданий на практических занятиях (семинары, решение задач) и сдачу зачета. Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, результаты эксперимента, их анализ и выводы. Шкала оценивания - «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся при отчете показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдается на проверку преподавателю. Работа на практических занятиях считается зачтенной при активной работе на семинарах, решении задач.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме. Отчет по СРС представляется в виде реферата, докладывается на практических занятиях или в дни консультаций по СРС, установленные кафедрой. В конце семестра, обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 50 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К зачету по дисциплине обучающиеся допускаются при: - выполнении лабораторных работ, предоставлении оформленных отчетов и выполнения заданий по всем лабораторным; - проработке теоретического материала по каждой теме в соответствии с пунктом 9 рабочей программы представлении решенных задач; - успешном написании тестовых заданий.

Основной формой промежуточной аттестации является экзамен в виде устного ответа по билету. Отметка «отлично» выставляется при правильном, полном, логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, способности иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, делать обобщающие выводы. Отметка «хорошо» ставится в том случае, когда студент в целом правильно ответил на поставленные вопросы, соблюдая логику изложения материала, но недостаточно полно или без должной аргументации осветил вопросы экзаменационного билета. Отметка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент изложил только отдельные несистематизированные теоретические положения по вопросам экзаменационного билета без их необходимой аргументации или без конкретизации фактами. Отметка «не удовлетворительно» выставляется при несоблюдении вышеперечисленных уровней освоения материала.

### *Вопросы к экзамену*

1. Основные карбоцепные и гетероцепные полимеры (название и химические формулы, специфические свойства).
2. Агрегатные и физические состояния полимеров. Высокоэластическое и вынужденноэластическое физические состояния полимеров.
3. Основные требования, которым должны удовлетворять волокнообразующие полимеры.
4. Виды молекулярной массы полимеров (среднемассовая, среднечисленная, вискозиметрическая) и способы их определения.
5. Структура, свойства и применение целлюлозы и её производных.
6. Структура, свойства и применение вискозных волокон и пленок.
7. Структура, свойства и применение ацетатных волокон.
8. Структурные типы выпускаемых химической промышленностью синтетических полимеров. Приведите примеры каждого типа полимеров.
9. Понятие цис- и транс- изометрии полимеров, её влияние на свойства. Приведите примеры.
10. Стереорегулярность. Классификация полимеров по типу взаимного расположения боковых групп. Влияние стереорегулярности на свойства полимеров.
11. Основные факторы, влияющие на конфигурацию макромолекул. Дайте примеры влияния этих факторов на физические характеристики полимеров.
12. Кристаллическая и аморфная фаза полимеров. Подвижность макроцепей и кристаллизация. Степень кристалличности. Дайте примеры полимеров,



обладающих малой, средней и большой степенью кристалличности.

13. Физическая природа сил внутри- и межмолекулярного взаимодействия в полимерах.

14. Понятие конформации макромолекул. Поворотные изомеры.

15. Приведите примеры зигзагообразных и спиральных макромолекул полимеров. Плотность упаковки макромолекул.

16. На примерах покажите зависимость температуры плавления и плотности синтетических полимеров и сополимеров от их состава и наличия заместителей.

17. Химические реакции, характерные в условиях эксплуатации изделий из различных синтетических полимеров.

18. Преимущества стереорегулярных полимеров. Механизм стереорегулярной полимеризации.

19. Структура аморфной фазы полимеров.

20. Энтропийная и энергетическая составляющие напряжения при деформации полимеров.

21. Зависимость модуля упругости от концентрации межузловых цепей в сетчатых полимерах. Учет влияния дефектов сеток.

22. Явление вынужденной эластичности. Зависимость предела упругости от условий деформирования образца. Температура хрупкости полимеров.

23. Изменение механических характеристик аморфных полимеров при переходе из стеклообразного в высокоэластическое состояние.

24. Период релаксации макромолекул. Связь между периодом релаксации, динамической вязкости и модулем упругости. На примерах показать зависимость спектра време- релаксации от химической структуры макроцепей.

25. Контроль кинетики отверждения олигомерных смол способом экстракции с анализом растворов золя.

26. Классификация способов контроля отверждения термореактивных смол.

27. Кинетические характеристики отверждения термореактивных смол.

28. Термодинамика деформирования эластомеров в изотермическом и неизотермическом режимах.

29. Структура и свойства термореактивных полимеров, полученных термическим отверждением олигомерных смол.

30. Структура и свойства термореактивных полимеров, полученных отверждением олигомерных смол при помощи различных добавок.

31. Основные виды и размеры надмолекулярных структур кристаллизующихся полимеров. Приведите примеры таких полимеров.

32. Степень кристалличности полимеров, её определение рентгенографическим и спектральными методами, по плотности аморфной и кристаллической фаз.

33. Определение средних размеров кристаллитов в полимерах рентгенографическим методом Дебая.

34. Структура и свойства сферолитов.

35. Анизотропия полимеров, интерференционные способы её изучения.
36. Анизотропия полимеров, иммерсионные способы её изучения.
37. Влияние кристаллического компонента на свойства полимеров.
38. Структура, свойства и применение полимеров в жидкокристаллическом состоянии.
39. Механизм деформации кристаллической и аморфной фаз полимеров.
40. Развитие теории тонкой структуры химических волокон.
41. Структура поверхности волокон. Изучение структуры полимеров методом обращенной газовой хроматографии (ОГХ).
42. Преимущества электронных микроскопов перед микроскопами в видимой области света. Классификация электронных микроскопов.
43. Структура, свойства и применение карбоцепных полимеров.
44. Структура, свойства и применение гетерогенных полимеров.
45. Ньютоновская и неньютоновская деформация жидких полимеров.
46. Структурные и физические особенности полимерных расплавов и растворов.
47. Законы Гука и Ньютона. Причины отклонения течения реальных жидких полимеров от закона Ньютона.
48. Использование явления вынужденной эластичности при получении волокон.
49. Влияние условий формования на скорость истечения прядильной массы по закону Пуазейля.
50. Механизмы фазового разделения полимерных растворов.
51. Структурообразование при формовании волокон.
52. Условия стабильного формования волокон.
53. Структурные изменения, происходящие при вытягивании волокон. Зависимость характеристик полимера от кратности вытяжки.
54. Характеристики прочности волокон. Механизм разрушения при растяжении.
55. Изменение структуры и физических характеристик полимеров при различных видах термообработки.

#### **14. Образовательные технологии**

При чтении лекций используются презентации, научно-популярные фильмы, позволяющие наиболее информативно и наглядно изложить материал.

В рамках лабораторных занятий предусмотрено обсуждение литературных и экспериментальных данных, свидетельствующих об изменении структуры полимеров. Проведение подобных занятий позволяет закрепить полученные знания, развить творческий подход к решению проблемы, осмысленно подойти к выбору состава композитов для выполнения конкретных задач.

Достижение цели и задач изучаемой дисциплины предусматривает самостоятельную работу студентов, состоящую в систематическом изучении учеб-

ной и периодической литературы по темам, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к промежуточному контролю и экзамену.

## **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся**

### **по дисциплине**

#### **Основная**

1. Шишонок М.В. Высокомолекулярные соединения: учебное пособие / Шишонок М.В.. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 535 с. — ISBN 978-985-06-1666-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20205.html>.

2. Барсукова Л.Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов: учебное пособие / Барсукова Л.Г., Вострикова Г.Ю., Глазков С.С. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4497-1124-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108353.html>.

3. Аскадский, А. А. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования: Учебное издание / Под общ. ред. А. А. Аскадского. - Москва: Издательство АСВ, 2015. - 408 с. - ISBN 978-5-4323-0072-0. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300720.html>.

#### **Дополнительная**

4. Аскадский, А. А. Структура и свойства полимерных строительных материалов: учебное пособие / Аскадский А. А. - Москва: Издательство МИСИ - МГСУ, 2017. - 203 с. - ISBN 978-5-7264-1741-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726417417.html>.

5. Иржак В.И. Топологическая структура полимеров: монография / Иржак В.И.. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 520 с. — ISBN 978-5-7882-1504-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64024.html>

6. Филимонова Н.И. Методы электронной спектроскопии : учебное пособие / Филимонова Н.И., Величко А.А., Фадеева Н.Е. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 68 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69546.html>.

7. Термический анализ в изучении полимеров: учебное пособие / О.Т. Шипина [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 99 с. — ISBN 978-5-7882-1538-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62010.html>

8. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Михайлин Ю.А. — Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2009.

— 664 с. — ISBN 978-5-91703-011-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13229.html>

9. Механические свойства полимерных материалов: учебное пособие. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 79 с. — ISBN 978-5-7882-1098-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62494.html>

10. Волынский, А. Л. Структурная самоорганизация аморфных полимеров / Волынский А. Л. , Бакеев Н. Ф. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 232 с. - ISBN 5-9221-0600-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106007.html> .

### Периодические издания

11. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2009-2020 гг.

12. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. Ивановский государственный химико-технологический университет. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2006-2020 гг.

### Интернет-источники

13. <http://www.encyclopedia.ru/> Мир энциклопедий on-line

### Источники ИОС

14. <https://portal3.sstu.ru/Facult/FTF/HIM/16.03.01/default.aspx>

## 16. Материально-техническое обеспечение

### **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.


### **Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечиваю-

щие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Укомплектована оборудованием:

1. Катетометр КМ-8
2. Газовый хроматограф ЛХМ-8МД
3. Весы технические Scout Spi
4. Прибор ФЭК-2 КФК-2-4ХЛ
5. Колбонагреватель

Рабочую программу составила  / Н.Л.Левкина

28.06.2021

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /