

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

Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.3.6.2 «Химия и физика полимеров»

Направление подготовки

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 2 «Нефтехимия»

Квалификация выпускника: бакалавр

форма обучения - заочная  
курс - 5  
семестр - 9  
зачетных единиц - 4  
всего часов - 144  
в том числе:  
лекции - 8  
коллоквиумы - нет  
практические занятия - 4  
лабораторные занятия - 8  
самостоятельная работа - 124  
экзамен - 5 семестр  
зачет - нет  
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

Энгельс 2022

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

- знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями;

– формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в данной области науки и практики, необходимыми для их производственной и научной деятельности.

Задачами изучения дисциплины является формирование знаний:

- об особенностях строения высокомолекулярных соединений;

– теории основных процессов синтеза полимеров;

– специфических свойств высокомолекулярных соединений, связанных с их строением; пластификации полимеров;

– о физических свойствах полимеров; фазовых и агрегатных состояниях; структурообразовании; деформационных свойствах;

– понимание связи между строением и свойствами полимеров;

– о способах получения и свойствах основных типов полимеров.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений» относится к дисциплинам по выбору. Базируется на знаниях студентов, полученных при изучении следующих общеобразовательных и инженерных дисциплин: высшая математика; физика; общая, органическая, физическая химия (особенно такие разделы, как термодинамика, кинетика, фазовое состояние и теория растворов) и коллоидная химия.

Студент должен знать основные понятия и определения химии и физики полимеров; структуру и классификацию полимеров; методы получения и структуру основных типов полимеров; влияние структуры на свойства материалов.

Студент должен уметь использовать различные методы исследования для изучения свойств и структуры полимеров; обосновывать выбор технологических принципов получения основных типов полимеров.

Освоение дисциплины «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений» необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин как: «Химия и технология переработки полимеров», «Коррозия и защита оборудования нефтяной и газовой промышленности», для выполнения курсового проекта и выпускной квалификационной работы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - готовность 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.

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

В результате изучения студент должен:

знать основные понятия и определения химии и физики полимеров; структуру и классификацию полимеров; методы получения и структуру основных типов полимеров; влияние структуры на свойства материалов.

уметь использовать различные методы исследования для изучения свойств и структуры полимеров; обосновывать выбор технологических принципов получения основных типов полимеров.

владеть методами оценки свойств материалов на основе химического состава и структуры полимера

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы / из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1	Введение. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Классификация, номенклатура.	28	1		2		25
2		2	Цепные процессы образования макромолекул.	31	1		2		26
3		3	Ступенчатые процессы образования макромолекул	28	2			2	24
4		4	Полимеризация циклических мономеров. Химические реакции полимеров	28	2		4		24
5		5	Технические приемы синтеза полимеров. Основные характеристики промышленных полимеров.	29	2			2	25
			Всего	144	8		8	4	124

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	1	1	Введение. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Классификация, номенклатура. История развития химии ВМС. Высокомолекулярные соединения, их роль в природе и значение в народном хозяйстве. Основные понятия и определения. Важнейшие свойства полимерных веществ, в сравнении с, низкомолекулярными соединениями. Классификации полимеров	1-3,5
2	1	1	Цепные процессы образования макромолекул Классификация основных методов получения полимеров. Классификация цепных полимеризационных процессов. Понятие о цепных реакциях. Механизмы реакции цепной полимеризации. Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная полимеризация, кинетика, методы проведения. Ионная полимеризация, механизмы, кинетика процессов. Особенности.	1-3,5
3	2	2	Ступенчатые процессы образования макромолекул Ступенчатая полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в реакцию, способы проведения ступенчатой полимеризации. Поликонденсация. Механизм и кинетика.	1-3,5
4	2	3	Полимеризация циклических мономеров Химические реакции полимеров Полимеризация циклических мономеров. Термодинамика процесса. Влияние условий проведения реакции на равновесие «цикл – полимер». Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Полимераналогичные превращения. Внутримолекулярные реакции. Межмолекулярные реакции. Деструкция полимеров.	1-3,5

1	2	3	4	5
5	2	4	Технические приемы синтеза полимеров и характеристика основных промышленных полимеров (поликарбонаты, полистирол, полиолефины, поливинилхлорид, целлюлоза и ее производные, каучуки, полиэфирные, эпоксидные, фенол-формальдегидные).	1-3,6, 11-13

### 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены.

### 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
2,3	4		Расчет молекулярной массы полимеров	6,7,8

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	Вязкость растворов полимеров	6,7,8
2	2	Химические превращения и синтез полимеров. Синтез и свойства поликапроамида. Определение молекулярной массы.	6,7,9
4	4	Циклизация ПАН волокна.	6,7,10

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы, для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	25	История развития химии ВМС. Высокмолекулярные соединения, их роль в природе и значение в народном хозяйстве.	1,2
2	26	Радикальная полимеризация, кинетика, методы проведения. Ионная полимеризация, кинетика процесса, расчет степени полимеризации и скорости процесса	2, 4
3	24	Механизм и кинетика ступенчатых процессов	2, 4
4	24	Полимеризация циклических мономеров. Термодинамика процесса. Влияние условий	1,2

		проведения реакции на равновесие «цикл – полимер».	
5	25	Технические приемы синтеза полимеров и характеристика основных промышленных полимеров.	1,2

### 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.1.3.6.1 «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений» должны сформироваться профессиональные компетенции ОПК-3 и ПК-18.

Под компетенцией ОПК-3 понимается готовность 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.

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-3	9 семестр	Формирование знаний о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.	Текущий контроль в форме: - отчета по лабораторным занятиям; - отчета вопросам СРС п. 7 рабочей программы; - тестирования; - экзамена	Вопросы, тестовые задания, экзамен	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.

Код компетенции	Этап формирования	Цели усвоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-18	9 семестр	Формирование знаний по структуре и свойствам электролитов и умений использования знаний для объяснения наблюдаемых явлений при проведении эксперимента, для решения конкретных научных и научно-технических проблем.	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 «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений» проводится промежуточная аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Теоретические основы синтеза высокомолекулярных соединений» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельных работ, заданий на практических занятиях (семинары, решение задач) и сдачу экзамена. 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 зачетной при активной работе на семинарах, решении задач.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной, в случае если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы. 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 экзамену 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. Наука о полимерах - самостоятельная фундаментальная область знаний среди других химических дисциплин.
2. Экономические предпосылки и перспективы развития промышленности полимерных материалов.
3. ВМС, их роль в природе, народном хозяйстве.
4. Основные понятия в химии полимеров. Определения.
5. Различия в свойствах ВМС и НМС.
6. Особенности полимерного состояния вещества.
7. Классификация полимеров. Примеры.
8. Молекулярно-массовые характеристики, методы определения.
9. Молекулярная масса полимеров. Способы ее выражения.
10. Понятие о средней степени полимеризации, факторы, влияющие на степень полимеризации.
11. Полидисперсность полимеров; ее причины и влияние на свойства полимеров.
12. Связь между строением мономера и его способностью к полимеризации. Основные закономерности протекания ступенчатой полимеризации.
13. Методы проведения реакции полимеризации.
14. Полимеризационный метод синтеза полимеров: общие характеристики, побочные реакции.
15. Элементарные реакции и кинетика полимеризации.
16. Радикальная полимеризация: влияние различных факторов на скорость полимеризации и молекулярную массу образующегося полимера.
17. Радикальная полимеризация. Методы инициирования (термическая, фотохимическая, радиационная, электрохимическая).



18. Радикальная полимеризация. Основы кинетики. Уравнение общей скорости процесса и степени полимеризации.
19. Радикальная полимеризация. Реакция передачи цепи.
20. Виды ионной полимеризации: катализаторы, примеры реакций.
21. Ионная полимеризация циклических мономеров. Основные закономерности процесса.
22. Анионная полимеризация. Механизм элементарных реакций образования активного центра, роста и обрыва цепи.
23. Анионная полимеризация. Кинетика процесса анионно-координационной полимеризации.
24. Анионная полимеризация: механизм, катализаторы, кинетика
25. Катионная полимеризация. Катализаторы, сокатализаторы, их роль в процессе.
26. Катионная полимеризация: механизм, кинетика.
27. Гидролитическая полимеризация циклов. Влияние различных факторов на протекание процессов.
28. Полимеризация циклических соединений, механизм процесса.
29. Сополимеризация, механизм, кинетика.
30. Понятие о стереорегулярных полимерах. Методы их синтеза.
31. Сополимеризация. Основные закономерности процесса сополимеризации.
32. Строение и свойства блок- и привитых сополимеров. Способы их синтеза.
33. Методы проведения реакции полимеризации.
34. Поликонденсация. Механизм равновесной поликонденсации.
35. Функциональность мономеров, влияние на структуру образующегося полимера, его свойства.
36. Влияние строения исходных мономеров на их способность к поликонденсации.
37. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Механизм равновесной поликонденсации.
38. Понятие «глубина превращения» для процессов полимеризации и поликонденсации.
39. Методы проведения поликонденсации.

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

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода осуществляется с широким использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой (разбор конкретных ситуаций). Удельный вес таких занятий составляет более 20% (в составе лабораторных аудиторных занятий). Дополнительно разбор конкретных ситуаций выполняется в рамках самостоятельной внеаудиторной работы студента.

Проведение лекций предусмотрено с помощью компьютерной графики.

Лабораторные занятия также по существу предусмотрены в интерактивной форме: распределение работ, ознакомление с лабораторными установками, объяснение цели и задач работы, корректировка необходимых действий студентов, обработка результатов непосредственных наблюдений и измерений, обсуждение результатов с применением соответствующей теории.

Для каждого вида занятий при расчёте трудоемкости предусмотрены не только часы аудиторных занятий, но и определённое количество часов СРС: изучение теории, обработка результатов лабораторных работ.

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

#### Основная

1. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие / Ю.Д.Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1325-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4036>

2. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В. И. Кленин, И.В. Федусенко. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1473-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5842>.

3. Зуев В.В. Физика и химия полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зуев В.В., Успенская М.В., Олехнович А.О. - Электрон. текстовые данные. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2010. - 47 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65341.html>.

4. Хакимуллин Ю.Н. Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Хакимуллин Ю.Н., Закирова Л.Ю. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 141 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79597.html>.

#### Дополнительные издания

5. Аржаков М. С. Химия и физика полимеров. Краткий словарь: учебное пособие / М. С. Аржаков. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-4047-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130153>.

6. Ровкина Н. М. Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами полимеризации. Лабораторный практикум: учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 252 с. - ISBN 978-5-8114-3732-0. - Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/125701>.

7. Ровкина, Н. М. Химия и технология полимеров. Технологические расчеты в синтезе полимеров. Сборник примеров и задач: учебное пособие / Н. М. Ровкина, А. А. Ляпков. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 168 с. - ISBN 978-5-8114-3727-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119616>.

8. Вязкость растворов полимеров: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химия и физика полимеров» / М.М.Кардаш, Н.Л.Левкина. - Энгельс, 2021. – 24 с.

9. Химические технологии и синтез полимеров: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химия и физика полимеров» / М.М.Кардаш, Н.Л.Левкина. - Энгельс, 2021. – 24 с.

10. Химические превращения полимеров в технологии высокомолекулярных соединений: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химия и физика полимеров» / М.М.Кардаш, Н.Л.Левкина. - Энгельс, 2021. – 28 с.

#### Периодические издания

11. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2000-2020 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 2000-2020 гг.

#### Интернет-источники

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

#### Источники ИОС

11. <https://portal3.sstu.ru/Facult/FTF/HIM/18.03.01/B.1.2.18/default.aspx>

## 16. Материально-техническое обеспечение

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

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 и практического 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, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Укомплектована оборудованием:

1. Сушильный шкаф СНОЛ-3,5

2. Лабораторная сушилка SUP-4
3. Аналит. весы PA 64C OHAUS Pioneer
4. Весы технические ЕК-1200
5. Прибор для определения вязкости ВПЖ-1 и 4
6. Встряхиватель-357
7. Секундомер СОП-2А-3-000

Рабочую программу составила *Левкина* / 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 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /