

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по УР, проф.



А.В.Бурмистров

« 12 » 09 2018 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.8.1 Общая химическая технология полимеров

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Программа (профиль) подготовки Технология и переработка полимеров

Квалификация: БАКАЛАВР

Форма обучения очная

Институт, факультет Институт полимеров, Факультет технологии, переработки и сертификации пластмасс и композитов

Кафедра-разработчик рабочей программы ТПМ

Курс; семестр четвертый; седьмой

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	
Практические занятия	54	
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	-	
Самостоятельная работа	63	
Форма аттестации	Экзамен (45)	5
Всего	180	

Казань, 2018 г.

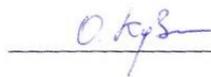
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№1005 от 11.08.2016 г.) по направлению 18.03.01 «Химическая технология» для студентов, зачисленных в 2018 году,

по программе бакалавриата (академический бакалавриат) «Технология и переработка полимеров» на основании учебного плана, утвержденного 04.06.2018 протокол № 7.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

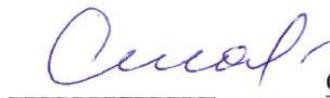
Доцент, к.х.н.



О.Н. Кузнецова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТПМ, протокол от 31.08.2018 г. № 1.

Зав. кафедрой ТПМ, профессор



О.В. Стоянов

### **УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии ФТПСПК от 3.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор



Стоянов О.В.

Нач. УМЦ



Китаева Л.А.

## ***1. Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Общая химическая технология полимеров» являются:

а) формирование знаний общих закономерностей и особенностей химической технологии полимеров, а также зависимости свойств полимеров от молекулярно-массовых характеристик, определяемых условиями их получения,

б) развитие представлений о методологии разработки высокоэффективных технологических процессов получения полимеров, оптимизации технологических параметров процесса.

## ***2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы***

Дисциплина «Общая химическая технология полимеров» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Общая химическая технология полимеров» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б.1.Б.11 «Органическая химия»

б) Б.1.Б.12 «Физическая химия»

в) Б.1.В.ОД.12 «Химия и физика полимеров»

Знания, полученные при изучении дисциплины «Общая химическая технология полимеров», могут быть использованы при изучении последующих дисциплин Б.1.В.ДВ.9.1 «Модификация полимеров», Б.1.В.ДВ.9.2 «Старение и стабилизация полимеров», Б1.В.ДВ.10 «Принципы управления качеством полимерной продукции», а также при прохождении производственной и преддипломной практик, выполнении выпускной квалификационной работы.

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

1. **ОК-6** – способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;
2. **ОК-7** – способностью к самоорганизации и самообразованию;
3. **ОПК-1** – способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
4. **ОПК-3** – 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;
5. **ПК-2** – готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования;
6. **ПК-16** – способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

***В результате освоения дисциплины бакалавр должен:***

#### **1) Знать:**

- как зависит от качества сырья скорость процесса и качество готового полимерного продукта,
- как, изменяя технологические параметры, можно интенсифицировать процессы получения полимеров,
- какое влияние на качество полимерного продукта оказывают параметры технологического процесса,

- как осуществить оптимизацию параметров технологического процесса синтеза и структуры полимеров,
- в чем заключаются сложности математического моделирования процессов полимеризации.

## 2) Уметь:

- выбрать критерии оптимизации технологического процесса и качества полимеров в процессе их получения,
- проводить анализ работы промышленных реакторов и выбрать наиболее эффективный способ получения полимеров,
- применять методы моделирования и оптимизации процессов получения полимеров,
- применять методы управления качеством полимерной продукции и регулирования свойств полимеров в процессе их получения.

## 3) Владеть:

- способами управления технологическим процессом и свойствами полимеров путем контроля и варьирования параметров процесса;
- способностью прогнозирования качества полимерной продукции в зависимости от условий синтеза полимеров.

### 4. Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология полимеров».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС		
1	Основные закономерности химической технологии полимеров	7	6	18	-	12	Анализ ситуаций	Опрос, тестовый контроль, подготовка к экзамену
2	Термодинамика поликонденсационных и полимеризационных процессов	7	2	-	-	12	Анализ ситуаций	Опрос, тестовый контроль, подготовка к экзамену
3	Кинетика полимеризации и поликонденсации	7	6	18	-	15	Анализ ситуаций	Опрос, тестовый контроль, подготовка к экзамену
4	Реокинетика	7	2	-	-	12	Анализ ситуаций	Опрос, тестовый

	процессов получения полимеров						туаций	контроль, подготовка к экзамену
5	Математическое моделирование и оптимизация процессов получения и качества полимеров	7	2	18	-	12	Анализ ситуаций	Опрос, тестовый контроль, подготовка к экзамену
	<i>Итого</i>		18	54	-	63		
Форма аттестации								Экзамен (45)

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные закономерности химической технологии полимеров	6	Основные операции химико-технологического процесса синтеза полимеров: подготовка сырья, его физико-химическая переработка и обработка готовой продукции. Методы разработки малоотходных технологических процессов. Протекание процессов в кинетической и диффузионной области. Факторы, влияющие на скорость процесса. Классификация химико-технологических процессов получения полимеров: гомогенные и гетерогенные; низко- и высокотемпературные; процессы, протекающие при высоком и низком давлении. Научные основы получения полимерных материалов с заданными свойствами.	<i>ОПК-1</i>
2	Термодинамика поликонденсационных и полимеризационных процессов	2	Термодинамические параметры процесса. Тепловые эффекты реакции полимеризации и энергия связей. Предельная температура полимеризации. Влияние среды и фазовых превращений на термодинамику полимеризации: влияние растворителя, процессов комплексообразования и кристаллизации. Влияние механизма реакции на термодинамику полимеризации. Термодинамика равновесной и неравновесной поликонденсации.	<i>ОПК-1</i>
3	Кинетика полимеризации и поликонденсации	6	Расчет времени пребывания реагентов в реакторе. Сравнение режимов работы реакторов, выбор наиболее производительного реактора и способа проведения процесса. Основные допущения при описании процессов радикальной полимеризации в кинетической области. Кинетика гетерофазных процессов полимеризации и поликонденсации, гомофазных процессов радикальной полимеризации при глубоких степенях превращения мономера (высокой вязкости реакционной среды).	<i>ОК-6, ОПК-1, ОПК-3, ПК-16</i>

4	Реокинетика процессов получения полимеров	2	Реокинетические уравнения для изотермических и неизотермических реакций. Решение кинетических уравнений для полимеризации, протекающей по свободно-радикальному механизму. Определение из реокинетических уравнений эффективной энергии активации вязкого течения для изовязких состояний или для фиксированных времен полимеризации при различных температурах. Гель-эффект. Диффузионная и диффузионно-кинетическая модель гель-эффекта. Реологические закономерности процессов, протекающих в диффузионной области.	<i>ОПК-1, ОПК-3</i>
5	Математическое моделирование и оптимизация процессов получения и качества полимеров	2	Уровни разработки математической модели полимеризации на примере суспензионной полимеризации. Вывод уравнений материального баланса для РИС и РИВ. Математическая модель РИС (микросмещения) непрерывного действия. Математическая модель периодического РИС и непрерывного РИВ. Решение системы дифференциальных уравнений, описывающих непрерывный процесс идеального вытеснения (в аналитической форме и используя принцип квазистационарности Семенова-Боденштейна). Описание гидродинамического режима с помощью различных функций распределения времени пребывания	<i>ОК-7, ПК-2</i>

### ***6. Содержание практических/семинарских занятий***

На практических занятиях по общей химической технологии полимеров углубленно рассматриваются вопросы кинетики радикальной полимеризации. Знание кинетики в дальнейшем необходимо для вывода реокинетических зависимостей в процессах получения полимеров, а также при моделировании полимеризационных процессов, протекающих по радикальному механизму.

<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
Основные закономерности химической технологии полимеров	18	Анализ процессов получения полимеров по технологическим параметрам, по производительности и свойствам получаемых полимеров	<i>ОПК-1</i>
Кинетика полимеризации и поликонденсации	18	Решение задач по определению концентрации образующихся свободных радикалов, эффективности инициирования, периода полураспада инициатора, скорости инициирования радикальной полимеризации, скорости роста и обрыва цепи, средней длины кинетической цепи, среднего времени роста кинетической цепи (времени жизни растущего радикала), ММР при обрыве рекомбинацией и диспропорционированием и т.д.	<i>ОПК-1, ОПК-3</i>

Математическое моделирование и оптимизация процессов получения и качества полимеров	18	Разработка математических моделей по заданным экспериментальным данным	ОК-7, ПК-2
---	----	--	------------

### 7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом лабораторные занятия не предусмотрены

### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СР	Формируемые компетенции
1	Основные закономерности химической технологии полимеров	12	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, тестовому контролю, экзамену	ОПК-1
2	Термодинамика поликонденсационных и полимеризационных процессов	12	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, тестовому контролю, экзамену	ОПК-1
3	Кинетика полимеризации и поликонденсации	15	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, тестовому контролю, экзамену	ОПК-1, ОПК-3
4	Реокинетика процессов получения полимеров	12	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, тестовому контролю, экзамену	ОПК-1, ОПК-3
5	Математическое моделирование и оптимизация процессов получения и качества полимеров	12	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, тестовому контролю, экзамену	ОК-7, ПК-2

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

Использование рейтинговой системы оценки знаний бакалавра проводится на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол № 12 от 24 октября 2011 г.).

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Общая химическая технология полимеров» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной

работы описано в положении о рейтинговой системе. Для допуска к экзамену необходимо набрать от 36 до 60 баллов.

В процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология полимеров» предусматривается подготовка к практическим занятиям и тестовый контроль приобретенных знаний. Максимальное количество баллов за работу на практических занятиях – 36 баллов и 24 балла – за ответы на вопросы тестов. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов.

При ответах на экзамене можно получить от 24 до 40 баллов. Максимальный рейтинг по дисциплине - 100 баллов.

#### **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Опрос на практическом занятии	18	18	36
Итоговый тест	1	18	24
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

#### **11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

##### **11.1 Основная литература**

При изучении дисциплины «Общая химическая технология полимеров» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
1. Общая химическая технология полимеров : / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков ; Томский политехнический университет (ТПУ) .— Москва : Лань, 2018 .— 194 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/99211">https://e.lanbook.com/book/99211</a> Доступ после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Технологические процессы получения и переработки полимерных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Улитин [и др.] ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2015 .— 196 с.	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Ulitin-tekhnologicheskie_protcessy_polucheniya_i_pererabotki.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Ulitin-tekhnologicheskie_protcessy_polucheniya_i_pererabotki.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
3. Определение порядка, константы скорости и энергии активации элементарных реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.] ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2015 .— 87 с.	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_poryadka.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-opredelenie_poryadka.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : Учебник и практикум / Белов Г.В. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016 .— 264 .— (Бакалавр. Академический курс) .	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru/book/B978FA69-78BE-4FD8-B1EE-F1D7668ED1A7">http://www.biblio-online.ru/book/B978FA69-78BE-4FD8-B1EE-F1D7668ED1A7</a> Доступ после регистрации с IP- адресов КНИТУ
2. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : Учебник и практикум / Белов Г.В. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016 .— 248 .— (Бакалавр. Академический курс) .	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru/book/94655C99-F5E1-41FB-8A0D-4849400DA873">http://www.biblio-online.ru/book/94655C99-F5E1-41FB-8A0D-4849400DA873</a> Доступ после регистрации с IP- адресов КНИТУ
3. Куренков В.Ф. Химия и физика высокомолекулярных соединений. Казань: ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлер-наследие», 2009. – 292 с.	48 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Практикум по химии и физике полимеров / Куренков В.Ф., Бударина Л.А., Заикин А.Е. – М.: КолосС, 2008. – 394 с.	2 экз. на кафедре ТПМ
5. Химическая кинетика. Теория и практика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т ; Г.Е. Заиков [и др.] .— Казань : КНИТУ, 2013 .— 80 с.	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Zaikov-khimicheskaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Zaikov-khimicheskaya.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ
6. Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Хакимуллин, Л.Ю. Закирова ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2017 .	<a href="http://ft.kstu.ru/ft/Khakimullin-Khimiya_i_fizika_polimerov.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Khakimullin-Khimiya_i_fizika_polimerov.pdf</a> Доступ с IP- адресов КНИТУ

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Общая химическая технология полимеров» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) – Режим доступа <http://elibrary.ru/>
3. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа <https://www.biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
6. ЭБС «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза» – Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/>
7. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа <http://znanium.com/>

Согласовано:  
Зав.сектором ОКУФ



Усольцева И.И

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

### **1. Лекционные занятия:**

аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, лазерная указка), мелом, доской.

### **2. Практические занятия:**

аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, лазерная указка), мелом, доской.

### **3. Прочее:**

рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## ***13. Образовательные технологии***

Занятия проводимых в интерактивных формах: анализ ситуаций, а также обсуждение возможностей применения полученных знаний в научной работе, проводимой студентами на кафедре, составляют в соответствии с учебным планом 45 часов .

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.8.1 «Общая химическая технология полимеров»

По направлению 18.03.01 «Химическая технология»  
(шифр) (название)

для профиля /программы/специализации/направленности «Технология и переработка полимеров»

для набора обучающихся 2019 года

пересмотрена на заседании кафедры Технологии пластических масс  
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
	протокол заседания кафедры № <u>1</u> от 29.08.2019	Нет, <i>есть*</i>	Нет	<i>о.к.ф.о.</i>	<i>Сидор</i>	<i>Китаев</i>

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- elibrary.ru

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины:  
В учебном процессе используется лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение

- MS Office 2007 Russian