

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Химии и химической технологии*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

*Макрокинетика химико-технологических процессов*

**Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.ДВ.09.01**

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

**18.03.01**

код

**Химическая технология**

наименование направления

Программа

**Технология и переработка полимеров**

Форма обучения

**Заочная**

Для поступивших на обучение в  
**2020 г.**

Разработчик (составитель)

**старший преподаватель**

**Казакова Е. В.**

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>3</b>
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы .....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>7</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>8</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	8

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4)

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• основные процессы технологии получения и переработки полимеров, основные законы химической кинетики.</li></ul>
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>• определять тип полимеризации (радикальный, анионный, катионный, ионно-координационный);</li><li>• определять кинетические параметры полимеризации, поликонденсации;</li><li>• устанавливать взаимосвязь кинетических параметров с молекулярной массой полимеров, степенью полимеризации;</li><li>• оценивать влияние температуры, давления, макроскопических факторов (реологии, массо- и теплопередачи, смешения) на эффективность процессов синтеза полимеров.</li></ul>
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>• конкретными техническими решениями при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.</li></ul>
Способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: <ul style="list-style-type: none"><li>• основные задачи макрокинетики химико-</li></ul>

		технологических процессов.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной технической литературой и информацией.</li> </ul>
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками самостоятельного совершенствования знаний химической технологии и кинетики.</li> </ul>

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

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Информатика», «Высокомолекулярные соединения», «Полимеры в медико-биологических системах», «Общая химическая технология», «Общая химическая технология полимеров», «Химия и технология мономеров», «Технология конструкционных материалов», «Математическое моделирование технологических процессов».

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты».

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9, 10 семестрах

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 72 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	6
практических (семинарских)	12
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	3,8
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	50

Формы контроля	Семестры
зачет	10

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СР
		Контактная работа с преподавателем				
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
<b>1</b>	<b>Название раздела 1. Основы количественного описания процессов синтеза полимеров.</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	
4.1	Тема: Химические реакторы.	0	2	0	6	
1.2	Тема: Основы количественного описания процессов синтеза полимеров.	1	0	0	6	
1.1	Тема: Введение. Понятие макрокинетики.	1	0	0	6	
<b>2</b>	<b>Название раздела 2. Кинетика цепной полимеризации.</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	
2.1	Тема: Радиальная полимеризация.	2	0	0	5	
2.2	Тема: Ионная полимеризация.	0	2	0	5	
2.3	Тема: Ионно-координационная полимеризация.	0	4	0	5	
<b>3</b>	<b>Название раздела 3. Кинетика поликонденсации.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	
3.1	Тема: Ступенчатые процессы образования макромолекул.	2	2	0	5	
<b>4</b>	<b>Название раздела 4. Макрокинетика процессов синтеза полимеров.</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	
4.2	Тема: Роль реологии в синтезе полимеров.	0	0	0	6	
4.3	Тема: Тепловые особенности синтеза полимеров.	0	2	0	6	
	<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Название раздела 1. Основы количественного описания процессов синтеза полимеров.</b>	
1.2	Тема: Основы количественного описания процессов	Мольные количества вещества, молярная концентрация. Степень превращения. Закон стехиометрических соотношений. Скорость химической реакции, константа

	синтеза полимеров.	<p>скорости. Порядок реакции. Уравнение Аррениуса. Молекулярно-массовое распределение (ММР) полимеров, среднечисловая степень полимеризации. Степень разветвления полимеризации. Степень разветвления. Степень превращения. Термодинамика процессов полимеризации. Тепловой эффект, изменение энтропии. Энергия Гиббса, константа равновесия, предельная температура процесса.</p>
1.1	Тема: Введение. Понятие макрокинетики.	Иерархические уровни описания процессов синтеза полимеров. Макрокинетика, определение.
<b>2</b>	<b>Название раздела 2. Кинетика цепной полимеризации.</b>	
2.1	Тема: Радикальная полимеризация.	<p>Общая схема цепной полимеризации, основные стадии (зарождение цепи, роста цепи, обрыва цепи). Количественные соотношения в цепной полимеризации. Стехиометрическое уравнение. Доля обрыва цепи. Мольный материальный баланс по мономеру и инициатору. Среднечисловая степень полимеризации, выраженная через скорости роста, обрыва и передачи цепи, степени превращения мономера и инициатора. Основные постулаты – упрощения кинетического описания процессов полимеризации. Способность к цепной полимеризации ненасыщенных полимеров. Инициирование радикальной полимеризации. Кинетика стадии зарождения цепи, лимитирующая стадия. Фактор эффективности инициатора. Рост активной макромолекулы, скорость. Обрыв цепи (диспропорционирование, рекомбинация, передача цепи), кинетическое уравнение расходования мономера. Влияние типа реакций обрыва цепи на параметры ММР. Влияние температуры и давления на скорость и степень полимеризации. Диффузионная модель обрыва цепи. Гель-эффект. Регулирование и ингибирование радикальной полимеризации. Замедлители. Радикальная полимеризация в массе и растворе. Радикальная гетерофазная полимеризация.</p>
<b>3</b>	<b>Название раздела 3. Кинетика поликонденсации.</b>	
3.1	Тема: Ступенчатые процессы образования макромолекул.	<p>Особенности роста макромолекул, основные реакции роста цепей. Поликонденсация. Примеры функциональных групп в мономерах и типы образующихся полимеров. Функциональность полимеров. Термодинамика полиприсоединения и поликонденсации. Равновесия в поликонденсационных процессах. Константа равновесия, обратимые и необратимые процессы. Степень полимеризации, связь с константой равновесия. Управление величиной выхода полимера, основные приемы. Стадии поликонденсационных процессов. Образование реакционных центров. Образование макромолекул. Прекращение роста цепи. Классификация поликонденсационных процессов по механизму образования активных центров. Стадия образования цепных молекул при поликонденсации. Кинетика</p>

		процессов ступенчатой необратимой полимеризации. Зависимость средней степени поликонденсации от времени.
--	--	---

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
4.1	Тема: Химические реакторы.	Расчет скорости подачи мономера.
<b>2</b>	<b>Название раздела 2. Кинетика цепной полимеризации.</b>	
2.2	Тема: Ионная полимеризация.	Механизм и кинетика катионной полимеризации на примере процессов полимеризации: виниловых эфиров, изобутилена, карбонильных соединений.
2.3	Тема: Ионно-координационная полимеризация.	Механизм и кинетика ионно-координационной полимеризации на примере полимеризации: диенов, пропилена.
<b>3</b>	<b>Название раздела 3. Кинетика поликонденсации.</b>	
3.1	Тема: Ступенчатые процессы образования макромолекул.	Механизм и кинетика ступенчатой полимеризации на примере реакций: полиэтерификации, поликонденсации фенолов с альдегидами.
<b>4</b>	<b>Название раздела 4. Макрокинетика процессов синтеза полимеров.</b>	
4.3	Тема: Тепловые особенности синтеза полимеров.	Расчеты теплового баланса реактора.

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Перечень тем, рекомендуемым для самостоятельного изучения

Раздел 2. Кинетика цепной полимеризации

1. Ионная полимеризация.
2. Ионно-координационная полимеризация.

Раздел 4. Макрокинетика процессов синтеза полимеров

3. Химические реакторы.
4. Роль реологии в синтезе полимеров.
5. Тепловые особенности синтеза полимеров.

Список учебно-методических материалов

1. Примеры решения задач по химической кинетике и катализу: учеб. пособие студ. хим. спец. / Т.П. Мудрик [и др.]. – Стерлитамак: Изд-во СФ БашГУ, 2013. – 91с.
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: учеб. для бакалавров высш. проф. образования по направлению подготовки "Химическая технология" / В.В. Киреев. – М.: Юрайт, 2013. – 602с.
3. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров: учеб. пособие для студ. вузов хим. спец. / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014. – 222с.
4. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2013. – 508с.
5. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями:

учеб. пособие для студ. спец. 020101.65-Химия / А. Х. Воробьев [и др.]; под общ. ред. М.Я. Мельникова. – М.: Изд-во МГУ; СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. – 590с.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная учебная литература:**

1. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров: учеб. пособие для студ. вузов хим. спец. / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014. – 222с. (Кол-во экземпляров: всего – 20)
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: учеб. для бакалавров высш. проф. образования по направлению подготовки "Химическая технология" / В.В. Киреев. – М.: Юрайт, 2013. – 602с. (Кол-во экземпляров: всего – 30)

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями: учеб. пособие для студ. спец. 020101.65-Химия / А. Х. Воробьев [и др.]; под общ. ред. М.Я. Мельникова. – М.: Изд-во МГУ; СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. – 590с. (Кол-во экземпляров: всего – 10)
2. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2013. – 508с. (Кол-во экземпляров: всего – 10)

### **6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>
--------------	--