

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИИПР

А. С. Боев

2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
БАЗОВАЯ**

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП	18.04.01 «Химическая технология»		
Номер кластера	—		
Профиль (-и) подготовки (специализация, программа)	Химическая технология высокомолекулярных соединений		
Квалификация	магистр		
Базовый учебный план приема (год)	2018		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения		
Лекции, ч	8		
Практические занятия, ч	16		
Лабораторные занятия, ч	24		
Контактная (аудиторная) работа (ВСЕГО), ч	48		
Самостоятельная работа, ч	168		
ИТОГО, ч	216		

Вид промежуточной аттестации	<b>Зачет</b> <b>Диф.зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>Отделение</b> <b>ОХИ</b>
------------------------------	----------------------------------	------------------------------	--------------------------------

Руководитель отделения ОХИ		<b>Е.И. Короткова</b>
Руководитель ООП		<b>Л.И. Бондалетова</b>
Преподаватель		<b>В.Г. Бондалетов</b>

2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
БАЗОВАЯ****ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП	<b>18.04.01 «Химическая технология»</b>		
Номер кластера	–		
Профиль (-и) подготовки (специализация, программа)	<b>Химическая технология высокомолекулярных соединений</b>		
Квалификация	<b>магистр</b>		
Базовый учебный план приема (год)	<b>2018</b>		
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
	по очной форме обучения		
Лекции, ч	<b>8</b>		
Практические занятия, ч	<b>16</b>		
Лабораторные занятия, ч	<b>24</b>		
Контактная (аудиторная) работа (ВСЕГО), ч	<b>48</b>		
Самостоятельная работа, ч	<b>168</b>		
ИТОГО, ч	<b>216</b>		

Вид промежуточной аттестации	<b>Зачет Диф.зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>Отделение ОХИ</b>
------------------------------	----------------------------	------------------------------	--------------------------

Руководитель отделения ОХИ	<b>Е.И. Короткова</b>
Руководитель ООП	<b>Л.И. Бондалетова</b>
Преподаватель	<b>В.Г. Бондалетов</b>

2018 г.

## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) является формирование у обучающихся определенного состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности (в соответствии с п. 3).

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС и ООП «Химическая технология» дисциплина «Технология и переработка полимеров» относится к вариативной части учебного плана: вариативный междисциплинарный профессиональный модуль.

### Пререквизиты:

1. Теоретические основы получения полимеров
2. Химия и технология мономеров и вспомогательных веществ для полимерных материалов
3. Химическая технология полимеров специального назначения

### Кореквизиты:

1. Технология и переработка полимеров
2. Полимерные композиционные материалы и контроль качества полимерных материалов

## 3. Планируемые результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов освоения ООП), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВО и профессиональными стандартами (табл.1).

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты (табл. 2):

Таблица 2

### *Планируемые результаты обучения по дисциплине*

№ п/п	Результат
РД1	Применять знания основных закономерностей процессов синтеза полимеров для проектирования аппаратов синтеза полимеров
РД2	Применять знания основных закономерностей процессов переработки полимеров для выбора аппаратов и условий переработки полимеров в изделия

Таблица 1

## Составляющие результатов освоения ООП

Результаты освоения ООП	Компетенции по ФГОС, СУОС	Составляющие результатов освоения					
		Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение
Р4	ОПК-3, ПК-16, ПК-17 ОК-1 ОК-3 ОК-4 ОК-5	34.1	знать теоретические основы процессов в химическом реакторе, основы выбора реактора производства полимеров и его расчет; реактора органического синтеза; методов и средств диагностики и контроля технологических параметров	У4.1	выбирать тип реактора и выполнять расчет технологических параметров; выбирать вспомогательное оборудование и оборудование по переработке полимеров; определять оптимальные параметры процесса; выбирать рациональную технологическую схему, систему регулирования процесса и типы приборов для диагностики ХТП	В4.1	владеть навыками расчета процессов в химических реакторах, оборудовании по переработке полимеров; методами анализа эффективности химических производств и определения технологических показателей процесса; методами управления и регулирования процессов

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Раздел 1. Технологические расчеты

Общий материальный и постадийный материальные балансы в производствах полимеров. Диаграмма материальных потоков. Расчет расходных коэффициентов. Расчет объемов реакторов. Общая характеристика реакторов периодического действия, смешения и вытеснения. Экономическая эффективность периодических процессов. Тепловой баланс в производстве полимеров. Уравнение теплового баланса реакторов. Определение поверхности теплообмена изотермических реакторов. Теплообмен в адиабатических реакторах.

### Раздел 2. Конструирование реакторов

Технологические и механические требования, предъявляемые к конструкции реакторов. Конструкционные материалы: металлы и сплавы, пластмассы и другие материалы. Факторы, влияющие на конструкции реакторов.

Детали реакторов: обечайки, днища и крышки, фланцевые соединения, прокладки, бобышки и смотровые окна, люки и лазы, лапы и опоры, пробоотборники, узлы слива полимеров, трубы для перекачивания.

Оформление поверхности теплообмена: гладкие рубашки, змеевиковые и рубашки с вмятинами.

Методы обогрева реакторов.

Перемешивающие устройства реакторов: конструкции мешалок, крепление мешалок на валу, концевой подшипник, приводы мешалок, уплотнения вращающихся валов.

### Раздел 3. Разработка и выбор вспомогательного оборудования производств полимеров. Охрана окружающей среды

Вспомогательное оборудование, его назначение и устройство. Емкости, мерники и отстойники. Отделители высокого и низкого давлений. Теплообменники. Противоточная колонна для дегазации латекса. Оборудование для фильтрации. Центрифуги и сепараторы. Оборудование для сушки полимеров. Оборудование для экстракционной очистки растворов полимеров. Оборудование для концентрирования растворов и расплавов полимера. Оборудование для транспортирования полимерных материалов

Охрана окружающей среды: загрязнение воздуха, водоемов, почвы в районе размещения проектируемого объекта. Оборудование для очистки сточных вод и газовых выбросов.

### Раздел 4. Оборудование для переработки полимерных материалов

Подготовительное оборудование. Технологическое оборудование (прессы, экструдеры, литьевые машины и др.). Оборудование для обработки, зачистки и отделки изделий из полимерных материалов.

#### Темы лекций:

1. Проектирование производств полимеров. Технологические расчеты
2. Оборудование для производств полимеров: конструирование реакционной аппаратуры

3. Выбор вспомогательного оборудования производств полимеров
4. Выбор оборудования для переработки полимеров в изделия

**Темы практических занятий:**

1. Конструирование химических реакторов: примеры аппаратурного оформления полимеризаторов
2. Детали химических реакторов
- 3-5. Материальные расчеты химических производств: расчет реакторов периодического действия, расчет реакторов непрерывного действия, расчет каскада реакторов
6. Разработка и выбор вспомогательного оборудования полимерных производств
7. Оборудование для переработки полимерных материалов: прессы, экструдеры, литьевые машины и др.
8. Источники загрязнения окружающей среды

**Темы лабораторных работ:**

1. Разработка технологической схемы производства полимера (мономера, вспомогательного вещества для производства полимера), исследуемого в ВКР. Технико-экономическое обоснование проекта
2. Инженерные расчеты: материальный баланс производства
3. Конструирование основного аппарата
4. Подбор вспомогательного оборудования, оборудования по переработке

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в видах и формах, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

*Основные виды и формы самостоятельной работы*

Виды самостоятельной работы	Объем времени, ч
Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	16
Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	30
Перевод текстов с иностранных языков	
Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ	40
Поиск, анализ, структурирование и презентация информации	26
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	40
Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом	
Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах	
Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме	
Подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену	16
Всего	168

Самостоятельная работа студентов включает 168 ч:

- работа с лекционным материалом 16 (8 ЛК\*2);

- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку 56 ч (3 тем\*10) и 26 ч структурирование и презентация информации;
- выполнение домашних заданий: 40 ч (8пр\*5) ;
- подготовка к зачету, самостоятельным и контрольным работам 16 ч;
- подготовка к коллоквиуму и защите лабораторных работ 40 ч (4 ЛБ\*10).

## **6. Оценка качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины (модуля) в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета».

Максимальное количество баллов по дисциплине (модулю) в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 60 баллов,
- за промежуточную аттестацию (экзамен/зачет) – 40 баллов.

Максимальное количество баллов за выполнение курсовой работы в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 40 баллов,
- за промежуточную аттестацию (защиту) – 60 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины (модуля) производится по результатам оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины (модуля)».

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Методическое обеспечение**

*Основная литература:*

1. Сутягин В.М., Ляпков А.А., Бондалетов В.Г.. Основы проектирования и оборудование производства полимеров. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ. – 2013. – 372 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C276269>

2. Сутягин В.М., Ляпков А.А., Бондалетов В.Г. Основы проектирования и оборудование производства полимеров. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ. – 2010. – 432 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C209433>

3. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 6. Определение свойств полимеров и полимерных материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 175 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C268671>

4. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Технологические расчеты в процессах синтеза полимеров / Издание 2–е, переработанное. – Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 168 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C195447>

*Дополнительная литература:*

5. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Основы проектирования и оборудование производства полимеров. – Томск: Изд-во ТПУ, 1998-2004.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C77753>
6. Бочкарев В.В., Ляпков А.А. Графическая часть курсовых и дипломных проектов. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C124973>
7. Общая химическая технология полимеров: Учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 195 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C201674>
8. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Полимеризаторы в примерах и задачах. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 72 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C78579>
9. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Технологические расчеты в процессах синтеза полимеров. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – 168 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C195447>
10. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 1. Основные методы получения полимеров: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 131 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C142136>
11. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 2. Исходные реагенты для получения полимеров: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 275 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C162419>
12. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 3. Получение полимеров методом полимеризации: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 138 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C195443>
13. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 4. Получение полимеров методом поликонденсации: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 298 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C230690>
14. Ровкина Н.М., Ляпков А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Часть 5. Получение полимеров методом полимераналогичных превращений: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 133 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C253532>

## **7.2 Информационное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учебное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 4.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — До-

ступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m056.pdf>.

2. Основы проектирования и оборудование производств полимеров : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков, В. Г. Бондалетов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.7 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m52.pdf>.

2. Основы проектирования оборудования предприятий органического синтеза [Электронный ресурс] учебное пособие: / В. Т. Новиков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов (ТОВПМ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2014. Ч.1: Трубопроводная арматура . — 1 компьютерный файл (pdf; 18.0 МВ). — 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m244.pdf>.

4.Оборудование и основы проектирования систем охраны окружающей среды [Электронный ресурс] учебное пособие: / В. Т. Новиков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2010. Ч. 1 : Материалы, коррозия, вентиляция . — 1 компьютерный файл (pdf; 3.3 МВ). — 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m119.pdf>.

3. Оборудование и основы проектирования систем охраны окружающей среды [Электронный ресурс] учебное пособие: / В. Т. Новиков ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2010. Ч. 2 : Состав, монтаж и проектирование очистных установок и вентиляции . — 1 компьютерный файл (pdf; 8.9 МВ). — 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m120.pdf>.

Используемое лицензионное программное обеспечение:

1. Aspen HYSYS v.3.2
2. ChemStations ChemCAD v.6.0 Pro

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины (технические средства, лабораторное оборудование и др.) представлено в табл. 4.

Таблица 4

### *Материально-техническое обеспечение дисциплины*

<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования</b>	<b>Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории</b>
Учебная аудитория, ауд.137-19 к.	634034, ул. Усова, 4а, ауд.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории
Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска	137, 19 к
Компьютерный класс, ауд. 109А-2 к. Персональные компьютеры – 16 шт.	634034, пр. Ленина, 43А, ауд. 109А, 2 к

Базовая рабочая программа составлена на основе общей характеристики ООП ТПУ по направлению «Химическая технология» (приема 2018 г.).

Программа одобрена на заседании отделения химической инженерии ОХИ (протокол № 32 от 18 июня 2018 г.).

Автор(ы):

Профессор ОХИ

подпись

/Бондалетов В.Г./

Рецензент(ы):

Доцент ОХИ

подпись

/Волгина Т.Н./

Автор(ы):

Профессор ОХИ

подпись

/Бондалетов В.Г./

Рецензент(ы):

Доцент ОХИ

подпись

/Волгина Т.Н./