

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР
Н.И. Никифорова
« 03 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине: **ОП.16 «Химические реакторы»**
по специальности СПО: 18.02.07 «Технология производства и переработки
пластических масс и эластомеров»

Факультет	ФНО
Специальность СПО	18.02.07 Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров
Отделение	очное
Курс	2
Семестр	3
Всего, ч	66
Лекции, ч	32
Лабораторные занятия, ч	32
Консультации, ч	2
Зачёт, семестр	3

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (№ 648 от 17.11.2020) по специальности 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

на основании учебного плана набора обучающихся 2023 г.

Разработчик программы:

старший преподаватель кафедры НХС



Г.Р.Хуснутдинова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Нефтехимического синтеза, протокол от 12.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой



Р.З. Агзамов

Содержание

	стр.
Паспорт рабочей программы учебной дисциплины	4
Структура и содержание учебной дисциплины	5
Условия реализации учебной дисциплины	15
Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	19

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.16 «Химические реакторы»

1.1 Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ» в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров».

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании полимерной направленности.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального цикла.

1.3 Цели и задачи учебной дисциплины — требования к результатам освоения учебной дисциплины

Цели изучения дисциплины:

- образование необходимой начальной базы знаний теории процесса в химическом реакторе;
- сформировать понятие о математическом моделировании как методе исследования химических процессов и реакторов, об иерархической структуре математической модели процесса в химическом реакторе.

Задачи, решаемые при изучении дисциплины:

- дать методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях;
- научить основам выбора химического реактора и расчёта процесса в нём.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- произвести выбор типа реактора и произвести расчёт технологических параметров для заданного процесса;
- определить параметры наилучшей процесса в химическом реакторе.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора и расчёта процесса в нём;
- основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен иметь опыт:

- методами расчёта и анализа процессов в химических реакторах;
- методами выбора химических реакторов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- (ОК 01.) Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
- (ОК 02.) Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;
- (ОК 03.) Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;
- (ОК 07.) Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
- (ОК 09.) Изготавливать и испытывать опытные образцы продукции;
- (ПК 1.1.) Проектировать, изготавливать и обрабатывать оснастку;
- (ПК 1.2.) Осуществлять, настройку и эксплуатацию технологического оборудования и оснастки;
- (ПК 2.4.) Соблюдать отраслевые нормы и требования экологической безопасности на всех стадиях технологического процесса;
- (ПК 3.3.) Организовывать безопасные условия процессов и производства.

1.4. Количество часов на освоение учебной дисциплины

Максимальная учебная нагрузка обучающегося 66,0 часов, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 64,0 часов; самостоятельной работы обучающегося 2,0 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	66
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	64
в том числе:	
лекции	32
лабораторные работы	32
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	2
в том числе:	
консультация	2
Итоговая аттестация в форме	
Зачёт, семестр	3

2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП.16 «Химические реакторы»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1.	Введение в дисциплину		
Тема 1.1.	Общие сведения о химических реакторах	2	
	Дидактические единицы		
1	Химический реактор. Определение		2
2	Химический реактор как часть технологического процесса		1
3	Основные структурные элементы химического реактора		2
4	Конструкция химического реактора		2
	Лабораторная работа: «Расчёт основных технологических параметров ведения процесса. Часть 1»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 1.2.	Классификация химических реакторов	2	
	Дидактические единицы		
1	Классификация реакторов по принципу организации процесса		2

1	2	3	4
2	Классификация реакторов по гидродинамическому режиму работы		1
3	Классификация реакторов по тепловому режиму работы		2
4	Классификация реакторов по конструктивным особенностям		2
5	Классификация реакторов по фазовому состоянию реагентов		2
	Лабораторная работа: «Расчёт основных технологических параметров ведения процесса. Часть 2»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Раздел 2.	Химическая кинетика		
Тема 2.1.	Скорость химической реакции	2	
	Дидактические единицы		
1	Скорость химической реакции. Определение		2
2	Выражение скорости реакции через концентрации реагирующих веществ		1
3	Зависимость скорости реакции от условий проведения процесса		2
4	Зависимость скорости реакции от температуры		2
	Лабораторная работа: «Расчёт скорости сложной реакции»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Раздел 3.	Моделирование процессов в химических реакторах		
Тема 3.1.	Моделирование химических реакторов	2	
	Дидактические единицы		
1	Входные переменные		2
2	Выходные переменные		1
3	Параметры состояния		2
4	Общие правила формирования модели реактора		2
	Лабораторная работа: «Основные элементы модели описания реактора»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	

1	2	3	4
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 3.2.	Модель реактора идеального смешения	2	
	Дидактические единицы		
1	Гидродинамическое описание		2
2	Скорость химической реакции		1
3	Характеристическое уравнение		2
4	Тепловой режим		2
	Лабораторная работа: «Модель реактора идеального смешения»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 3.3.	Модель реактора идеального вытеснения	2	
	Дидактические единицы		
1	Гидродинамическое описание		2
2	Скорость химической реакции		1
3	Характеристическое уравнение		2
4	Тепловой режим		2
	Лабораторная работа: «Модель реактора идеального вытеснения»	1,0	
	Подготовка отчёта по лабораторной работе	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 3.4.	Модель каскада реакторов идеального смешения	2	
	Дидактические единицы		
1	Гидродинамическое описание		2
2	Скорость химической реакции		1
3	Характеристическое уравнение		2
4	Тепловой режим		2
5	Расчёт количества реакторов в каскаде		2
	Лабораторная работа: «Модель каскада реакторов идеального смешения»	1,0	
	Подготовка отчёта по лабораторной работе	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	

1	2	3	4
Раздел 4.	Тепловой режим реакторов		
Тема 4.1.	Тепловой режим химического реактора	2	
	Дидактические единицы		
1	Изотермический режим		2
2	Адиабатический режим		1
3	Политермический режим		2
4	Методы управления температурой реакционной массы		2
	Лабораторная работа: «Тепловой баланс химического реактора»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 4.2.	Оптимальный температурный режим работы реактора	2	
	Дидактические единицы		
1	Графоаналитический метод расчёта температурного профиля проведения реакции		2
	Лабораторная работа: «Оптимальный температурный режим работы реактора. Часть 1»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Раздел 5.	Промышленные химические реакторы		
Тема 5.1.	Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе	2	
	Дидактические единицы		
1	Гомогенные реакторы		2
	Лабораторная работа: «Оптимальный температурный режим работы реактора. Часть 2»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 5.2.	Реакторы для системы газ - жидкость	2	
	Дидактические единицы		
1	Реакторы с мешалкой		2
2	Реакторы с механическим распыливанием жидкости		2

1	2	3	4
3	Реакторы колонного типа с насадкой или тарелками		2
4	Реакторы пленочного типа		2
5	Реакторы барботажного типа		2
6	Пенные аппараты		2
7	Реакторы типа эрлифт		2
	Лабораторная работа: «Оптимальный температурный режим работы реактора. Часть 3»	2	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 5.3.	Реакторы для проведения гетерогенных некаталитических реакций в системе газ - твердое тело	2	
	Дидактические единицы		
1	Гетерогенные реакторы		2
	Лабораторная работа: «Оптимальный температурный режим работы реактора. Часть 4»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 5.4.	Реакторы для проведения гетерогенных каталитических реакций в системе газ - твердое тело	1	
	Дидактические единицы		
1	Адиабатический реактор		2
	Лабораторная работа: «Расчёт адиабатического каталитического реактора»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 5.5.	Реакторы для проведения реакций в системе жидкость - жидкость	2	
	Дидактические единицы		
1	Жидкостные реакторы		2
	Лабораторная работа: «Расчёт реактора получения полиэфира»	1,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	

1	2	3	4
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Раздел 6.	Реакторы в промышленности полимеров		
Тема 6.1.	Реакторы для полимеризации в эмульсии	1	
	Дидактические единицы		
1	Основные конструктивные элементы		2
2	Перемешивающие устройства		1
3	Устройства для съёма тепла		2
	Лабораторная работа: «Расчёт реактора для полимеризации в эмульсии»	2,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 6.2.	Реакторы для полимеризации в растворе	1	
	Дидактические единицы		
1	Основные конструктивные элементы		2
2	Перемешивающие устройства		1
3	Устройства для съёма тепла		2
	Лабораторная работа: «Расчёт реактора для полимеризации в растворе»	2,0	
	Самостоятельная работа обучающихся: (Подготовка отчёта по лабораторной работе)	0,4	
	Активные и интерактивные формы проведения занятий: (Компьютерная симуляция)	0,4	
Тема 6.3.	Реакторы для полимеризации в массе	3	
	Дидактические единицы		
1	Основные конструктивные элементы		2
2	Перемешивающие устройства		1
3	Устройства для съёма тепла		2
	Лабораторная работа: «Расчёт реактора для полимеризации в массе»	2,0	
	Подготовка отчёта по лабораторной работе	0,2	
	Всего часов	66	

1-й показатель – запоминание соответствует 1 уровню усвоения материала - воспроизведению. Студент отвечает на вопросы репродуктивного характера. Он может пересказать содержание определенного текста, правила, воспроизвести формулировку закона. Уровень характеризует объем усвоенной

студентом информации. Диагностические средства – устный и письменный опрос, открытые тесты.

2-й показатель – понимание соответствует 2 уровню. Студент может не только воспроизвести учебный материал, но и объяснить его, найти существенные признаки и связи исследуемых предметов и явлений, выделив их из несущественных и случайных на основе анализа и синтеза. Уровень характеризует знание и понимание учебного материала, а также умение студентом применять правила формальной логики.

3-й показатель – простейшие умения и навыки, соответствует 3 уровню (репродуктивного применения). Студент демонстрирует умение применять на практике теоретические знания в простейших (алгоритмизированных) заданиях: решает типовые задачи с использованием усвоенных законов и правил, вскрывает легко обнаруживаемые причинно - следственные связи при разборе теоретического материала. Освоение репродуктивного уровня позволяет студенту реализовать свой багаж знаний. Основные критерии усвоения репродуктивного уровня – обобщенность, системность, действенность, прочность знаний. Диагностические средства уровня – практические задания (типовые, требующие решения по известному алгоритму), ситуативные задачи (типовые), при этом процедура решения хранится в памяти.

4-й показатель – перенос - 4 творческий уровень (синтез и моделирование). Студент дает ответ на любой вопрос, решает любую задачу или пример, которые могут быть ему предложены в соответствии с программными требованиями на данном этапе обучения, конструирует новые способы деятельности и находит новые, часто оригинальные подходы к решению поставленных задач. Уровень характеризует выполнение любых практических работ в пределах программных требований. Диагностические средства уровня синтеза – задания с обязательным анализом их решения, открытые тесты, комплексные задания, имитирующие реальную деятельность, к которой готовится выпускник. Основные критерии усвоения – правильность решения, степень решения задачи, самостоятельность, наличие и степень развернутости доказательства. Для образовательных учреждений СПО результатом освоения учебной дисциплины рекомендуется уровень репродуктивного применения (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством).

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Наименование	Оснащенность	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Аудитория для проведения практических, лекционных занятий №408 (S=60,1м ²) (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Студенческая д. 11)	Столы-22 шт., скамьи-20 шт., доска ученическая- 1 шт. Процессор «Пентиум 2»-1шт., проектор Epson-X3-1 шт.; монитор-1 шт. Набор учебно-наглядных пособий: комплект наглядных материалов для выполнения графической части курсовых и выпускных проектов на стендах-2 шт.	WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского (Сублицензионный договор Microsoft Dream Spark от 28.07.2016 №Tr000098912 ПО доступное по подписке Dream Spark)
Библиотека (включая читальный зал) (S=804,3м ²) (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Строителей д. 47)	Стол – 55 шт.; стулья – 90 шт.; скамьи – 10 шт. ; доска ученическая – 1 шт.; персональные компьютеры с выходом в Интернет– 5 шт.; принтер – 1 шт.; сканер – 1 шт.; ксерокс– 1 шт	WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского (Сублицензионный договор Microsoft Dream Spark от 28.07.2016 №Tr000098912 ПО доступное по подписке Dream Spark)
Кабинет информационных технологий № 318 (S=28,3м ²) (423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Студенческая д. 11)	Столы-10 шт., стулья-11 шт., скамьи-1 шт. Персональные компьютеры с необходимым обеспечением - 8 шт., сканер+принтер-1 шт., плоттер-1 шт.	WindowsXP, MicrosoftOffice, АнтивирусКасперского, MicrosoftVisio, MicrosoftVisualStudio (Сублицензионный договор Microsoft Dream Spark от 28.07.2016 №Tr000098912 ПО доступное по подписке Dream Spark)

3.2 Информационно-методическое обеспечение обучения

Основная литература

При изучении дисциплины ОП.16 «Химические реакторы» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/96108.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭБС «IPRbook» http://www.iprbookshop.ru/96108.html Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
2. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 1 : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/64134.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭБС «IPRbook» http://www.iprbookshop.ru/64134.html Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ

Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Методическое руководство к лабораторному практикуму по курсу «Основы проектирования и оборудование заводов» / С. А. Ефремов, Х. С. Тасибеков, С. В. Нечипуренко, М. К. Наурызбаев. — Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2013. — 61 с. — ISBN 978-601-04-0118-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/59842.html : Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭБС «IPRbook» http://www.iprbookshop.ru/59842.html Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
2. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов : учебное пособие / Н. Г. Кац, С. Б. Коньгин, Д. А. Крючков, С. В. Иваняков. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 119 с. — ISBN 978-5-7964-1897-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/90653.html : Режим доступа: для авторизир. пользователей	ЭБС «IPRbook» http://www.iprbookshop.ru/90653.html Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ
3. Смирнов, Н. Н. Альбом типовой химической аппаратуры (принципиальные схемы аппаратов) : учебное пособие / Н. Н. Смирнов, В. М. Барабаш, К. А. Карпов ; под общей редакцией Н. Н. Смирнова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-8114-4122-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115527 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС «Лань» — https://e.lanbook.com/book/115527 Доступ с любой точки Интернет после регистрации IP-адреса НХТИ

Электронные источники информации

При изучении дисциплины ОП.16 «Химические реакторы» использование электронных источников информации:

- ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных PubChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, свободный.

2. «Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология». – Доступ свободный: www.journals.isuct.ru

3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) - Режим доступа: <http://elibrary.ru>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному обслуживанию



В.Я. Тарасова

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения – это формулировки того, что именно должен знать, понимать и/или в состоянии продемонстрировать обучающийся по окончании программы обучения.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания, опыт деятельности)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Умения	
рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства	лабораторная работа
произвести выбор типа реактора и произвести расчёт технологических параметров для заданного процесса	лабораторная работа
определить параметры наилучшей процесса в химическом реакторе	лабораторная работа
Знания	
основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора и расчёта процесса в нём	лабораторная работа
основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии	лабораторная работа
Навыки	
методами расчёта и анализа процессов в химических реакторах	лабораторная работа
методами выбора химических реакторов	лабораторная работа