


Министерство образования и науки Российской Федерации
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор БФ ФГБОУ ВО КНИТУ
Г.М. Рахимова
2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.22 Химические реакторы

Направление подготовки(специальности) 18.03.01 «Химическая технология»
(шифр) (наименование)

Профиль (специализация) подготовки Химическая технология природных
энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения заочная

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО КНИТУ

Кафедра-разработчик рабочей программы ХТОМ

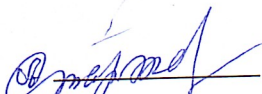
Курс, семестр 4 курс, 8 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	6	0,16
Лабораторные занятия	8	0,22
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Бугульма, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 г. по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

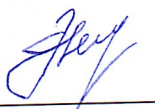
Разработчик программы:
Доцент каф. ХТОМ
(должность)


(подпись)

Старшов М.И.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТОМ
протокол от 27.05. 2019 г. № 10

Зав. кафедрой

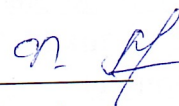

(подпись)

Э.М. Хасаншина
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 27.05. 2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент

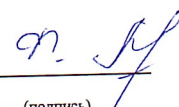

(подпись)

Ф.К. Ахмедзянова
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 27.05. 2019 г. № 10

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Ф.К. Ахмедзянова
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химические реакторы» являются:

- а) формирование способности понимать общие закономерности химико-технологических процессов и использовать основные законы химии в комплексной производственно-технологической деятельности;
- б) формирование способности выполнять расчеты основных характеристик химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- в) формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований;
- г) формирование навыков самостоятельного анализа химических процессов и проведения теоретических и экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химические реакторы» относится к *базовой* части гуманитарного, социального и экономического цикла образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Химические реакторы» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *Экология*
- б) *Безопасность жизнедеятельности*
- в) *Общая химическая технология*
- г) *Процессы и аппараты химической технологии*
- д) *Моделирование химико-технологических процессов*

Дисциплина «Химические реакторы» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *Технология переработки нефти и газа*
- б) *Химическая технология производства топлив*
- в) *Химическая технология производства масел и смазочных материалов*
- г) *Материаловедение и защита от коррозии*
- д) *Прикладная химия*
- е) *Технология глубокой переработки нефти и природных газов*
- ж) *Основы инженерных расчетов*

- з) *Использование ЭВМ в химической технологии*
- и) *Общезаводское хозяйство предприятий*
- к) *Основные технологии и технологические комплексы нефтегазового производства*
- л) *Основы проектирования промышленных предприятий*
- м) *Принципы и методы проектных работ*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Химические реакторы» могут быть использованы при прохождении производственной практики (технологической практики), преддипломной практики (в том числе научно-исследовательской работе), выполнении и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

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;

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

ПК-7 способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта;

ПК-8 готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;

б) уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа;

в) основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов; основные химические производства;

2) Уметь:

а) прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

б) определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;

в) определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;

г) рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;

3) Владеть:

а) навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема, констант равновесия.

4. Структура и содержание дисциплины «Химические реакторы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Общие сведения о химических реакторах	8	1		2	15	Лабораторная работа, реферат, тест
2	Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме	8	1		2	15	Лабораторная работа, реферат, тест
3	Химические реакторы с неидеальной структурой	8	1		1	15	Лабораторная работа, реферат, тест
4	Распределение времени пребывания в проточных реакторах	8	1		1	15	Лабораторная работа, реферат, тест
5	Теплоперенос в химических реакторах	8	1		1	15	Лабораторная работа, реферат, тест
6	Промышленные химические реакторы	8	1		1	15	Лабораторная работа, реферат,

							<i>мест</i>
	Форма аттестации						Зачет

4. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Общие сведения о химических реакторах	1	Общие сведения о химических реакторах	Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов. Структура математической модели химического реактора. Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора. Классификация химических реакторов и режимов их работы.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
2	Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме	1	Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме	Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
3	Химические реакторы с неидеальной структурой	1	Химические реакторы с неидеальной структурой	Причины отклонений от идеальности в проточных реакторах. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
4	Распределение времени пребывания в проточных реакторах	1	Распределение времени пребывания в проточных реакторах	Функция распределения времени пребывания. Экспериментальное изучение функции распределения. Функции распределения времени пребывания идеальных и неидеальных проточных реакторов. Применение функций распределения времени пребывания при расчете химических реакторов	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
5	Теплоперенос в химических реакторах	1	Теплоперенос в химических реакторах	Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов. Проточный реактор идеального смешения в изотермическом режиме. Периодический реактор идеального смешения в неизотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения в неизотермическом режиме. Тепловая устойчивость химических реакторов. Оптимальный температурный режим и	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

				способы его осуществления в промышленных реакторах.	
6	Промышленные химические реакторы	1	Промышленные химические реакторы	Реакторы для гомогенных процессов. Реакторы для гетерогенных процессов с твердой фазой. Реакторы для газожидкостных процессов. Реакторы для гетерогенных каталитических процессов	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

6. Содержание семинарских, практических занятий не предусмотрено учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема семинара, практического занятия	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Общие сведения о химических реакторах	2	Лабораторная работа № 1	Обратимая химическая реакция $A + B \xrightarrow{k} 2R$ протекает при температуре T . Тепловой эффект реакции при температуре T составляет ΔH_{T0} , изменение энтропии ΔS_{T0} . Начальные концентрации реагентов равны $C_A,0$ и $C_B,0$. Определить состав реакционной смеси в момент равновесия.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
2	Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме	2	Лабораторная работа № 2	Реакция $2A \xrightarrow{k} R + S$ протекает непрерывно в каскаде реакторов с перемешиванием. Объемный расход реагентов V_0 . Концентрация исходного вещества A равна $C_{A,0}$ (концентрации $C_{R,0}$ и $C_{S,0}$ равны 0). Константа скорости прямой реакции составляет k_1 . Константа равновесия равна K_C . Степень превращения составляет a от равновесной, т.е. $x_A = a x_A^*$. Объемы ступеней каскада равны, и объем каждой ступени составляет 1/10 от объема единичного реактора смешения. Определить объем каскада реакторов	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
3	Химические реакторы с неидеальной структурой	1	Лабораторная работа № 3	Рассчитать необходимое число труб в реакторе для получения изобутана с расходом $G_{из-бутана}$ в результате его парофазной изомеризации на хлориде алюминия. Процесс протекает при температуре t и давлении P . Степень конверсии n -бутана составляет a при	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

				времени реакции t . Реактор собран из труб диаметром d длиной l .	
4	Распределение времени пребывания в проточных реакторах	1	Лабораторная работа № 4	Сравнить объемы непрерывно действующих реакторов идеального смешения и идеального вытеснения для проведения простой необратимой реакции $A + B \rightarrow R + S$. Объемный расход реакционной смеси V_0 . Концентрации исходных веществ A и B равны $C_{A,0}$ и $C_{B,0}$ соответственно (концентрации $C_{R,0}$ и $C_{S,0}$ равны 0). Константа скорости реакции равна k . Степень превращения составляет x_A .	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
5	Теплоперенос в химических реакторах	1	Лабораторная работа № 5	Определить объем реактора идеального вытеснения для проведения простой необратимой реакции $2A \rightarrow 3R + S$, описываемой кинетическим уравнением первого порядка. Молярный расход реагента $VA,0$. Процесс протекает при температуре t и давлении P . Константа скорости реакции равна k . Степень превращения составляет x_A .	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
6	Промышленные химические реакторы	1	Лабораторная работа № 6	Определить внутренний диаметр реактора для получения этил-бензола путем алкилирования бензола этиленом. Массовый расход бензола равен G . Молярное соотношение бензол этилен = $n:1$, конверсия этилена составляет a . Производительность реакционного объема по этилбензолу равна I . Штуцер для слива алкилата расположен на высоте h .	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Найдите и опишите устройство трубчатого и шахтного реакторов конверсии метана	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите лабораторных работ.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
2	Найдите и объясните устройство и принцип действия реактора с псевдооживленным и плотно движущимся слоем катализатора.	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите лабораторных работ.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
3	Опишите типы печей для обжига серного колчедана.	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите лабораторных работ.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
4	Сделайте сравнительный анализ печей для обжига серного колчедана работы	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

			лабораторных работ.	
5	Охарактеризуйте основные показатели работы химических реакторов.	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите лабораторных работ.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8
6	Опишите работу реактора каталитического крекинга со взвешенным слоем катализатора	15	Конспект, написание реферата. Подготовка к защите лабораторных работ.	ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-8

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При изучении дисциплины «Химические реакторы» предусматривается итоговый тест, реферат, выполнение шести лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>6</i>	<i>48</i>	<i>80</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Зачет</i>			
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Итоговая контрольная точка – зачёт. В этом случае рейтинг по дисциплине $R_{\text{дис}}$ совпадает с $R_{\text{тек}}$. Предмет считается усвоенным и проставляется отметка о зачете, если студентом выполнены все текущие контрольные точки и сумма баллов, набранных за текущую работу в семестре, не менее 60.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Брянкин, К.В. Общая химическая технология: в 2-х ч. / К.В. Брянкин, А.И. Леонтьева, В.С. Орехов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 2. - 172 с.	ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277912 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств: в 2 частях / А.И. Леонтьева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». -	ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277812 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. -
Ч. 1. - 234 с.

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств: в 2 частях / А.И. Леонтьева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 2. - 281 с.	ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277813 Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

10.3 Электронные источники информации

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

1. ЭБС «Университетская библиотека online». – Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/>

Согласовано:

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов; демонстрационные приборы.

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Лабораторные работы:

- лаборатория, оснащенная лабораторными установками, перечень которых приведен в списке экспериментальных работ;

- измерительная аппаратура (колориметр КФК);

- лабораторные занятия обеспечены пакетами ПО MSWord, MSeXcel, MSPowerPoint и специализированными ПО ChemCAD, MSVisio.

3. Расчетно-графические занятия:

- комплект задач с примерами решения;

- методика обработки экспериментальных данных по расчету статистической модели реактора.

4. Теоретический практикум:

- комплекты описания основных проблем, обсуждаемых на занятии.

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

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия, как и другие виды практических занятий, являются средним звеном между углубленной теоретической работой обучающихся на лекциях, семинарах и применением знаний на практике. Эти занятия удачно сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, студенты лучше усваивают программный материал, так как многие определения и формулы, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует уяснению сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Химические реакторы»
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры Химическая технология органических материалов
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от __. ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО
		нет	Нет/есть*			