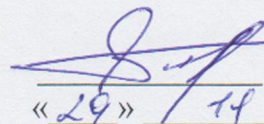


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР



А.В. Бурмистров

2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.8.2 «Реакторы каталитических процессов»

Направление специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация №5 «Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация ИНЖЕНЕР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХТИ, Факультет экологической технологической и информационной безопасности

Кафедра-разработчик рабочей программы кафедра «Оборудования химических заводов» ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Курс, семестр пятый курс, девятый семестр

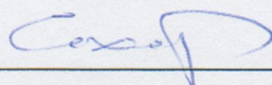
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54	1,5
Контроль	-	
Всего	108	3,0
Форма аттестации	Зачет 5 курс (9 семестр)	

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09. 2016 г. № 1176) по направлению 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» для специализации №5 «Автоматизированное производство химических предприятий» на основании учебного плана набора обучающихся 2017 года поступления. Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

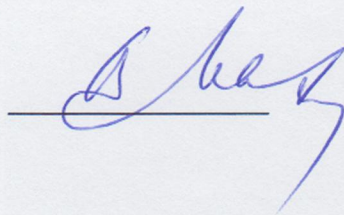
доцент кафедры ОХЗ, к.т.н.



Ю.Н. Сахаров

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Оборудование химических заводов», протокол от 23.10 2017 г. № 6

Зав. кафедрой ОХЗ,
профессор д.т.н.

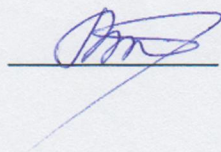


А.Ф. Махоткин

УТВЕРЖДЕНО

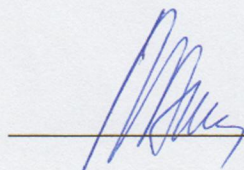
Протокол заседания методической комиссии ИХТИ от 14.11 2017 г. № 36

Председатель комиссии, профессор



В.Я. Базотов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.8.2 «Реакторы каталитических процессов» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах и современном состоянии различных каталитических процессов производств энергонасыщенных материалов;
- б) обучение технологии получения катализаторов для процессов современной химической технологии;
- в) возможность применения полученных знаний для выполнения исследований по теме выпускной квалификационной работы специалиста.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.2 «Реакторы каталитических процессов» относится к дисциплинам по выбору ОП и формирует у специалистов по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» набор специальных знаний, умений навыков и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской, проектной и экспертной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ДВ.8.2 «Реакторы каталитических процессов» по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.25.3 «Процессы и аппараты технологии ЭНМ»
- б) Б.1.Б.25.6 «Технологические процессы в машиностроении»

Знания, полученные при изучении дисциплины «Эксплуатационная надежность технологического оборудования» могут быть использованы:

- а) при успешном освоении дисциплины Б1.В.ОД.9.6 «Основы технологической безопасности»;
- б) при успешном выполнении выпускной квалификационной работы;
- в) в профессиональной научно-исследовательской производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности по профилю подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ПК-4 Способен решать профессиональные производственные задачи, включающие разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат. Обеспечение требований по стандартизации, сертификации и качеству продукции, совершенствование контроля технологического процесса.

2. ПК-13 Способен к написанию отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, формулировать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) основные промышленные каталитические процессы;
 - б) основные подходы к подбору эффективных катализаторов на базе анализа свойств химических элементов, соединений и материалов;
 - в) основные области и способы применения катализаторов и каталитических процессов в технологии;
 - г) основные понятия, закономерности и механизмы катализа.

- 2) Уметь:
- а) определять порядок реакции по реагентам, скорость реакции, константу скорости и энергию активации;
 - б) подобрать необходимый катализатор для конкретного процесса.
 - в) применять знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе, основные химические законы и теории, для анализа процессов, происходящих при катализе.
- 3) Владеть:
- а) методами теоретического и экспериментального исследования каталитических процессов;
 - б) навыками экспериментального определения основных характеристик твердых катализаторов, обработки и оценки результатов кинетических экспериментов при изучении гетерогенных каталитических процессов

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Реакторы каталитических процессов» составляет 3 зачетные единицы, 108 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	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Кинетика и катализ в промышленном производстве.	9	6	6	6	24	дискуссии, разбор конкретных ситуаций, мастер-классы специалистов	Защита лабораторных работ, доклады. Отчет о СРС.
2	Физико-химические основы каталитических процессов.		6	6	6	26	дискуссии, разбор конкретных ситуаций, мастер-классы специалистов	Защита лабораторных работ, доклады. Отчет о СРС.
3	Реакторы каталитических процессов.		6	6	6	22	дискуссии, разбор конкретных ситуаций, мастер-классы специалистов	Защита лабораторных работ, доклады. Отчет о СРС. Зачет (все разделы)
	Итого:		18	18	18	54		

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п\п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Кинетика и катализ в промышленном производстве.	6	Кинетика и катализ в промышленном производстве	Основные понятия и законы химической кинетики. Кинетический анализ простых и сложных реакций. Теории химической кинетики. Способы определения порядка реакции, вида кинетического уравнения и константы скорости из опытных данных. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. Теоретические представления о катализе. Общие принципы катализа. Роль катализа в промышленном производстве. Кинетика и механизмы промышленных каталитических процессов.	ПК-2, ПК-16.
2	Физико-химические основы каталитических процессов.	6	Физико-химические основы каталитических процессов	Особенности протекания гомогенных каталитических процессов: теория гомогенного катализа; теория промежуточных соединений. Уравнения кинетики для нестационарных гомогенно-каталитических реакций. Особенности гетерогенного катализа. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации каталитических реакций. Промотирование и модифицирование катализаторов. Пористая структура контактных масс и ее роль в катализе. Удельная поверхность и методы ее измерения. Явление отравления катализаторов. Активность и селективность катализаторов.	ПК-2, ПК-16.
3	Реакторы каталитических процессов.	6	Реакторы каталитических процессов	Понятия химического реактора. Требования, предъявляемые к химическому реактору, как основному аппарату химико-технологической системы. Классификация реакторов. Характеристическое уравнение идеальных типов химических реакторов для гомогенных процессов. Сравнение различных видов реакторов. Реакторы идеального смешения непрерывного действия, включенные в каскад. Классификация реакторов по тепловому режиму. Адиабатические реакторы периодического и непрерывного действия. Изотермические реакторы. Реальные реакторы: отличие реальных химических реакторов от моделей идеальных. Способы организации потоков в реакторах, влияние застойных зон, байпасов, продольного перемешивания.	ПК-2, ПК-16.
	Итого:	18			

Во время лекций используются образовательные технологии, такие как дискуссии, разбор конкретных ситуаций, мастер-классы специалистов.

6. Содержание практических/семинарских занятий

Учебным планом по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» предусмотрено проведение практических/семинарских занятий по дисциплине «Реакторы каталитических процессов».

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Кинетика и катализ в промышленном производстве.	6	Кинетические закономерности природоохранных технологий (1,2).	- изучение кинетических закономерностей процессов химических производств: абсорбции углекислого газа, оксидов азота, SO ₂ , NH ₃ . процесса разложения карбонатов, кинетики испарения жидкости	ПК-4, ПК-13.
2	Физико-химические основы каталитических	6	Физико-химические закономерности каталитических процессов (3,4)	- изучение кинетики каталитических процессов: окисления сернистого ангидрида, восстановления оксидов азота, разложения пероксида водорода.	ПК-4, ПК-13.
3	Реакторы каталитических процессов.	6	Реакторы каталитических процессов (5,6).	- подбор и расчет разработка конструкции и изготовление моделей реакторов каталитических процессов;	ПК-4, ПК-13.
	Итого:	18			

7. Содержание лабораторных занятий

Задача лабораторных занятий состоит в выработке умений навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой и педагогической деятельности.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Кинетика и катализ в промышленном производстве.	6	Изучение кинетических закономерностей природоохранных технологий (1,2).	- изучение кинетических закономерностей процессов химических производств: абсорбции углекислого газа, оксидов азота, SO ₂ , NH ₃ . процесса разложения карбонатов, кинетики испарения жидкости	ПК-4, ПК-13.
2	Физико-химические основы каталитических процессов.	6	Изучение физико-химических закономерностей каталитических процессов (3,4)	- изучение кинетики каталитических процессов: окисления сернистого ангидрида, восстановления оксидов азота, разложения пероксида водорода.	ПК-4, ПК-13.
3	Реакторы каталитических процессов.	6	Реакторы каталитических процессов (5,6).	- исследование каталитических процессов в различных (разработанных) моделях реакторов.	ПК-4, ПК-13.
	Итого:	18			

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры и аналитических лабораторий университета с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Кинетика и катализ в промышленном производстве.	24	Выполнение проектно-ориентированного задания СРС по теме. Текущая проработка теоретического материала и материала для самостоятельной аудиторной работы Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов.	ПК-4, ПК-13.
2	Физико-химические основы каталитических процессов.	26	Подготовка к рубежным контрольным точкам и выполнение индивидуальных домашних заданий. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов.	ПК-4, ПК-13.
3	Реакторы каталитических процессов.	22	Проработка методических указаний для выполнения лабораторных работ по изучению и исследованию катализаторов. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчётов.	ПК-4, ПК-13.
	Итого	72		

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных разделов дисциплины осуществляется посредством контроля хода выполнения отчета по СРС.

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

Текущая и промежуточная аттестация студентов производится в форме устного ответа по результатам выполнения практических занятий / лабораторных работ, а также посредством проверки выполнения индивидуальных заданий в виде отчета о СРС. Итоговый контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Реакторы каталитических процессов» используется рейтинговая система.

Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положения о бально-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса». При определении рейтинга контролируется текущая работа студента в течение семестра (рейтинг R тек). Общая оценка по дисциплине выставляется как сумма баллов студента по каждой контрольной точке. Максимальный рейтинг студента - 100 баллов, минимальный - 60 баллов. Рейтинг студента за текущую работу в течение семестра максимально составляет 100 баллов, минимально - 60 баллов.

Поощрительные баллы студенту (7) выставляются при условии активной работы в течение семестра и своевременной сдачи всех контрольных точек. Кроме того, учитывается участие студентов в НИРС. Число контрольных точек, минимальное и максимальное количество баллов за каждую контрольную точку, сроки проведения контроля, количество повторных попыток, методика расчета величины текущего рейтинга по дисциплине - доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии в семестре. Минимальное значение R тек. - текущего рейтинга для получения зачета - не менее 60 баллов (при условии, что выполнены все контрольные точки), максимальное значение - 100 баллов. Возможна дополнительная сдача (пересдача) контрольных точек в дополнительные сроки, согласованные с деканатом.

По дисциплине «Реакторы каталитических процессов» запланировано - 6 лабораторных работ. Сдача лабораторной работы оценивается минимально в 3 балла, максимально в 5 баллов. За защиту отчета о СРС: минимально – 14 баллов, максимально - 21 балл.

Итого: Лабораторные работы: минимально $6 \times 3 = 18$; максимально $6 \times 5 = 30$
 Защита отчета о СРС $3 \times 14 = 42$ $3 \times 21 = 63$
 Поощрительные баллы 7

ИТОГО:	60 баллов	100 баллов
--------	-----------	------------

Студент считается неуспевающим и не получившим зачет, если рейтинг за текущую работу $R_{\text{тек}} < 60$ баллов.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины.

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Реакторы каталитических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Заиков, Г.Е. Химическая кинетика. Теория и практика [Учебники] : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т. — Казань, 2013. — 80 с. : ил. — Библиогр.: с.78-80 (30 назв.). — ISBN 978-5-7882-1518-1.	70 экз. в УНИЦ в электронной библиотеке УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Zaikov-khimicheskaya.pdf Доступ только с ip адресов КНИТУ
2. Лефедова, О.В. Химическая кинетика и катализ: учеб. Пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.В. Лефедова, Н.Ю. Шаронов, Ю.Е. Романенко. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2016. — 167 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/96104 Доступ с любой точки интернета после регистрации с ip адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика [Монографии] : монография / пер. с англ. В.И. Ролдугина. — [2-е изд.] .— Долгопрудный : Интеллект, 2010. — 500, [4] с.	22 экз. в УНИЦ
2. Булидорова, Ю.Г. Электрохимия и химическая кинетика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология" / Казанский нац. исслед. технол. ун-т ; Ю.Г. Булидорова [и др.] .— Казань : КНИТУ, 2014. — 371 с. : ил. — ISBN 978-5-7882-1658-4	20 экз. в УНИЦ ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Bulidorova-elektrokhimiya.pdf Доступ только с ip адресов КНИТУ

Журналы:

1. Кинетика и катализ: журнал / Российская Академия наук. <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=kinkat>

10.3 Электронные источники информации

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
2. Научная электронная библиотека (НЭБ): <http://elibrary.ru>.
3. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
5. ЭБС «Книга Фонд» - Режим доступа: <http://knigafund.ru>.
6. ЭБС «БиблиоТех» - Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>.
7. ЭБС «РУСКОНТ» - Режим доступа: <http://ruscont.ru>.
8. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.ipbookshop.ru>.
9. ЭБС «Znaniium.com» - Режим доступа: <http://znaniium.com>.
10. Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН. Физико-математическая -химическая библиотека. http://catalysis.ru/block/index.php?ID=5&SECTION_ID=214

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ

Усольцева И.И.

11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости. Промежуточной аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

12.1. Лекционные занятия:

- а) комплект электронных презентаций / слайдов;
- б) аудитория, оснащенная презентационной и мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер) И 351а, И 336, И 349.

12.2. Лабораторные \ практические занятия:

- а) лаборатория, оборудованная приточно-вытяжной вентиляцией И 349, И 182, И 339;
- б) лабораторные установки.

13. Образовательные технологии.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет: 8 часов.

Во время аудиторных занятий используются образовательные технологии, такие как дискуссии, разбор конкретной ситуации, мастер-классы специалистов.

Во время лекций используются образовательные технологии, такие как дискуссии, разбор конкретной ситуации, мастер-классы специалистов.

Дискуссия (от лат. discussio — рассмотрение, исследование) – обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы. Важной характеристикой дискуссии, отличающей её от других видов спора, является аргументированность. Обсуждая спорную (дискуссионную) проблему, каждая сторона, оппонируя мнению собеседника, аргументирует свою позицию.

Отличительной чертой дискуссии выступает отсутствие тезиса, но наличие в качестве объединяющего начала темы.

Обычно **разбор ситуации** ведется в 7 этапов:

1. Учащиеся индивидуально изучают текст ситуации, пытаются идентифицировать содержащуюся в ней проблему и найти ее решение.
2. Постановка преподавателем основных вопросов по ситуации.
3. Распределение учащихся по группам не больше 4 - 6 человек.
4. Работа учеников в составе малой группы. Каждая такая группа не только формулирует решение ситуации, а сжато отражает его в письменном виде.
5. Представление "решений". На каждое выступление дается не более 10 минут.
6. Общая дискуссия, выступления с мест. Преподаватель должен дать возможность высказаться каждому и даже, может быть, специально попросить выступить тех, кто пытается от молчаться.
7. Заключительное выступление преподавателя.

Мастер-класс – это показательный урок специалиста. Участники мастер-класса повышают свою квалификацию, приобретают новые знания и часто открывают для себя что-то новое, неизвестное для себя.

Выполнение проектно-ориентированных заданий в виде отчета о СРС содержащего теоретическое/экспериментальное кинетическое исследование по теме выпускных квалификационных работ. **Отчет о СРС** - это продукт самостоятельной деятельности студента представляющий собой изложение в письменном виде полученных результатов теоретического/экспериментального исследования определенной научной (учебно-исследовательской) темы. Где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также представляет собственные взгляды на неё.

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

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов используется процедура защиты лабораторных работ и процедура оценки хода выполнения отчета о СРС.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Б1.В.ДВ.8.2 Реакторы каталитических процессов» пересмотрена на заседании кафедры «Оборудования химических заводов»

№ 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 УМЦ
1	и 10731.08.2018	нет	нет	