

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Химическая технология в каталитических процессах Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Автор(ы): Верещагина Я.А.

Рецензент(ы): Соломонов Б.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Казань
2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Верещагина Я.А. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Jana.Vereschagina@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

понимать взаимосвязи между эффективностью работы химического реактора и закономерностями управления химико-технологическим процессом, представлять принципы выбора типа химического реактора для различных химико-технологических процессов

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Нефтехимия и катализ)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет и задачи дисциплины	2	1	0	0	
2.	Тема 2. Химический реактор	2	2	4	0	6
3.	Тема 3. Режимы работы реактора	2	2	6	0	10
4.	Тема 4. Тепловые характеристики реактора	2	1	2	0	12
5.	Тема 5. Промышленные реакторы	2	1	0	0	4

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Контактные аппараты	2	2	4	0	8
7.	Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж	2	1	2	0	4
	Итого		10	18	0	44

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины

Предмет и задачи дисциплины ?Химическая технология в каталитических процессах?. Инженерная химия каталитических процессов. Способы осуществления каталитических процессов в промышленности. Типы каталитических реакторов.

Промышленный катализ ? наиболее эффективный метод повышения скорости и селективности химического превращения, играет главенствующую роль при разработке концепции ресурсосберегающей технологии. Около 90% каталитических процессов являются каталитическими. Понятие катализа включает сложную систему реакций, в результате которых снижаются энергетические, стерические и прочие затруднения на пути реакции по сравнению с некаталитическими процессами. Роль катализаторов ? положительная, отрицательная; виды каталитических процессов. Основные характеристики промышленных катализаторов и требования к катализаторам в совокупности с характеристиками проводимого технологического процесса служат основой для выбора технологической схемы процесса и основных реакторов для проведения процесса.

Тема 2. Химический реактор

Химический реактор как предмет промышленной кинетики. Технологические и конструкционные параметры реактора. Показатели эффективности работы реактора. Классификация реакторов (конструктивная форма, организационная структура, фазовое состояние реагентов и катализаторов, тип гидродинамического режима, тип теплового режима, тип защиты материала реактора).

Химический реактор ? это основной аппарат технологической схемы, в котором осуществляются химическая реакция и сопутствующие ей физические процессы. Основные требования к промышленным реакторам: высокая производительности селективность, низкие энергетические затраты, надежность регулирования и установки технологического режима, простота обслуживания, низкая стоимость, безопасность работы. Показатели эффективности работы реактора включают производительность, пропускная способность, интенсивность, мощность, удельная производительность. Классифицируют реакторы по следующим признакам: конструктивная форма (колонны, печи, камеры, трубчатые, смесители, теплообменники и другие), организационная структура (периодические, непрерывные, полупериодические), фазовое состояние реагентов и катализаторов (гомогенные и гетерогенные), тип гидродинамического режима (смешения, вытеснения; идеальные, неидеальные), тип теплового режима (адиабатические, изотермические, политропные), тип защиты материала реактора.

Тема 3. Режимы работы реактора

Стационарный и нестационарный режимы. Гидродинамический режим. Идеальные и неидеальные течения. Гидродинамические модели реакторов (модель ИВ, модель ИС, ячеечная модель, диффузионные модели). Материальный баланс реактора. Характеристические уравнения для реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.

Гидродинамические модели реакторов позволяют рассматривать их как сложные объекты в рамках иерархического подхода. Целесообразно предварительное построение моделей частных подсистем и постепенный переход к более сложным уровням. Рассматриваем модели идеального смешения (проточный реактор ? все реагенты интенсивно перемешиваются, выравнивание параметров процесса), идеального вытеснения (время пребывания во всех точках реактора одинаково). Дифференциальные уравнения материального баланса для каждой модели (в стационарном или нестационарном режиме) позволяют определить изменение концентрации реагентов, время пребывания реагентов в реакторе. Модель смешения применяют при моделировании прежде всего жидкостных реакторов с системами перемешивания. Модель вытеснения применяют для технических расчетов трубчатых контактных каталитических аппаратов для гомогенных и гетерогенных процессов, жидкофазных трубчатых реакторов и других процессов.

Тема 4. Тепловые характеристики реактора

Температурный режим реактора. Режим постоянных и переменных температур. Обоснование выбора температурного режима для реакций разных технологических классов. Тепловой режим реактора. Изотермический тепловой режим. Адиабатический тепловой режим. Автотермический тепловой режим. Политропический тепловой режим.

Температура ? один из основных параметров химико-технологического процесса. От температуры зависят: скорость реакции, химическое равновесие, степень превращения, селективность. Учет всех тепловых явлений позволяет составить уравнение теплового баланса процесса. В зависимости от теплового режима различают 3 основных типа реакторов: адиабатический, изотермический, политермический. Схемы регулирования теплового режима. Температурный режим реактора.

Тема 5. Промышленные реакторы

Требования, предъявляемые к конструкции реактора. Факторы, влияющие на элементы конструкции реактора. Конструкционные материалы. Элементы защиты материала реактора от термических и коррозионных воздействий.

Конструкционные параметры ? габариты аппарата (диаметр и высота), размерные характеристики теплообменных, перемешивающих, распределяющих и других элементов конструкции аппаратов (величина поверхности, длина и диаметр труб, площадь свободного сечения и т.д.). Технологические параметры обеспечивают реализацию оптимальных условий проведения реакции в пространстве реактора.

Тема 6. Контактные аппараты

Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора. Достоинства и недостатки. Ограничения при конструировании реакторов с неподвижным слоем катализатора. Динамические свойства гетерогенно-каталитических реакций

Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж

Высокотемпературные реакторы. Промышленные печи. Типы камер. Жидкофазные реакторы. Системы Т-Ж. Системы Ж-Ж. Системы Г-Ж. Реакторы для систем Т-Т. Виброкавитационные мельницы. Типы камер. Электрoхимические реакторы. Реакторы под давлением. Автоклавы. Трубчатые реакторы.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. \blacklozenge 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 2			
Текущий контроль			
1	Устный опрос	ОПК-1, ОК-3, ОК-1, ПК-2	1. Предмет и задачи дисциплины 2. Химический реактор 3. Режимы работы реактора 4. Тепловые характеристики реактора 5. Промышленные реакторы 6. Контактные аппараты 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж
2	Контрольная работа	ПК-2, ОПК-1, ОК-3, ОК-1	7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж
	Зачет	ОК-1, ОК-3, ОПК-1, ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 2					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 2

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

1. Химический реактор, требования к промышленному реактору.
2. Классификация химических реакторов по организационной структуре процесса, гидродинамическому и тепловому режиму, фазовому состоянию реакционной смеси и конструктивным характеристикам.
3. Основные принципы выбора реактора.
4. Материальный баланс химического реактора.
5. Характеристические уравнения РИВ и РИС.
6. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-Н
7. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИВ-Н.
8. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-П.
9. Гидродинамические модели реакторов. Каскад РИС-П.
10. Однопараметрическая и двухпараметрическая диффузионные модели реактора.
11. Отклонение гидродинамического режима в реальных реакторах от идеального. Экспериментальное определение среднего времени пребывания частиц в реакторе.
12. Реакторы для гомогенных процессов
13. Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Т" и "Ж-Т".
14. Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Ж" и "Ж-Ж".
15. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.
16. Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора.
17. Тепловой баланс химического реактора.
18. Изотермический реактор. Уравнение теплового баланса.
19. Адиабатический реактор. Уравнение теплового баланса.
20. Политропический реактор. Уравнение теплового баланса
21. Устойчивость режима работы адиабатического реактора.
22. Устойчивость режима работы изотермического реактора.
23. Способы организации теплообмена в реакторах.
24. Теплоносители и хладоагенты.

2. Контрольная работа

Тема 7

Реакторы для гомогенных процессов

Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Т" и "Ж-Т".

Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Ж" и "Ж-Ж".

Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.

Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора.

Тепловой баланс химического реактора.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Химический реактор, требования к промышленному реактору.
2. Классификация химических реакторов по организационной структуре процесса, гидродинамическому и тепловому режиму, фазовому состоянию реакционной смеси и конструктивным характеристикам.
3. Основные принципы выбора реактора.
4. Материальный баланс химического реактора.
5. Характеристические уравнения РИВ и РИС.
6. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-Н
7. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИВ-Н.
8. Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-П.
9. Гидродинамические модели реакторов. Каскад РИС-П.
10. Однопараметрическая и двухпараметрическая диффузионные модели реактора.
11. Отклонение гидродинамического режима в реальных реакторах от идеального. Экспериментальное определение среднего времени пребывания частиц в реакторе.
12. Реакторы для гомогенных процессов
13. Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Т" и "Ж-Т".
14. Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Ж" и "Ж-Ж".

15. Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.
16. Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора.
17. Тепловой баланс химического реактора.
18. Изотермический реактор. Уравнение теплового баланса.
19. Адиабатический реактор. Уравнение теплового баланса.
20. Политропический реактор. Уравнение теплового баланса.
21. Устойчивость режима работы адиабатического реактора.
22. Устойчивость режима работы изотермического реактора.
23. Способы организации теплообмена в реакторах.
24. Теплоносители и хладоагенты.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 2			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	30
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Харлампида, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2013. - 448 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37357>
2. Модернизация катализаторов и технологии синтеза изопрена на ОАО 'Нижнекамскнефтехим' / А.А. Ламберов, Х.Х. Гильманов. - Казань: Казан. Ун-т, 2012. - 404 с.
3. Кузнецова И.М., Харлампида Х. Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973

7.2. Дополнительная литература:

1. Методические разработки к спецпрактикуму по гетерогенному катализу. Для студентов химического факультета / А.А. Ламберов, С.Р. Егорова. - Казань: КГУ, 2006. - 38с.
2. Гетерогенные каталитические реакции в проточных реакторах: руководство к лабораторному практикуму для студентов Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ / А.А. Ламберов и др. - Казань: Казан. Ун-т, 213. - 77 с.
3. Физико-химические методы исследования гетерогенных катализаторов: руководство к лабораторному практикуму / авт.-сост. А.А. Ламберов, С.Р. Егорова, А.Н. Катаев и др. - Казань: Казан. Ун-т, 2013. - 80с.
4. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). <http://znanium.com/bookread.php?book=468690>
5. Тимофеев, Владимир Савельевич. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 'Химическая технология и биотехнология' / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. ?Изд. 3-е, перераб. и доп..?Москва: Высшая школа, 2010. 406с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МАССООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И ТЕХНОЛОГИИ - <http://wavetechno.narod.ru/gdu.htm>
общая химическая технология - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826
ТГТУ технологическое оборудование - <http://macp.web.tstu.ru/soder.html>
техноинфа - <http://www.tehnoinfo.ru>
химическая технология органических веществ - <http://window.edu.ru/resource/870/56870/files/diachkov.pdf>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

предусматривается разбор конкретных ситуаций, основанных на практических примерах; использование компьютерных презентаций лекций - демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники, - использованием раздаточного материала использованием раздаточного материала с изображением структуры катализаторов, их фотографиями, схемами производства катализаторов и их эксплуатации, конструкции химического оборудования, приборов для синтеза и анализа катализаторов. - использованием интернет-ресурсов различных поисковых систем, таких как www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.wail.ru, www.yahoo.ru; www.rushim.ru, www.chem.msu.ru, www.Scirus.com, а также сайтов государственных ВУЗов: МГУ, СПбГУ, НГУ, ИК СО РАН, Scientopica, ChemWeb, ResearchIndex, ScientificWorld

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Химическая технология в каталитических процессах" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Химическая технология в каталитических процессах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудников университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .