

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



Программа дисциплины

Техника каталитических экспериментов Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ильясов И.Р.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

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

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 748015

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) научный сотрудник, к.н. Ильясов И.Р. лаборатория сорбционных и каталитических процессов Отдел физической химии, lldar.Ilyasov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

основные закономерности проведения каталитических экспериментов для корректного и точного определения значений основных показателей работы гетерогенных катализаторов, ознакомление обучающихся с экспериментальной техникой определения каталитической активности, конструктивными особенностями микрореакторов и каталитических установок

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

относится к профессиональному циклу Б1, его вариативной части Б1.В.ДВ.3 и опирается на основные разделы общенаучных дисциплин: неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, химическая технология, физические методы исследования, каталитические методы в органическом синтезе; естественнонаучных и специальных дисциплин: химическая термодинамика, физико-химические основы катализа, кинетика химических реакций

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, проявлять настойчивость в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- методы измерения каталитической активности, сравнения активности катализаторов по глубине превращения, по температуре достижения стационарной конверсии;
- методы исследования каталитических свойств приближенными и точными интегральными и дифференциальными методами;
- способы приготовления и использования исходных модельных реакционных смесей;
- технические особенности каталитических установок проточного и циркуляционного типов;
- конструкции лабораторных микрореакторов

2. должен уметь:

- ориентироваться в общих факторах, определяющих скорость химического превращения;
- разбираться в основах диффузионной кинетики, влияния внешней и внутренней диффузии на протекание каталитических реакций;
- ориентироваться в вопросах влияния взаимодействия реагирующей системы и катализатора на кинетику реакции

3. должен владеть:

- рационально проводить поиск и использование научно-технической информации, связанной с методологией проведения каталитических испытаний гетерогенных катализаторов;
- ориентироваться в учебной, монографической, справочной и журнальной литературе в области каталитических экспериментов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие закономерности каталитических экспериментов	3	1	0	2	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основы построения технологических схем лабораторных каталитических установок	3	2-3	0	4	4	устный опрос
3.	Тема 3. Модельные и реальные сырьевые смеси	3	4-5	0	4	4	контрольная работа
4.	Тема 4. Стационарные и нестационарные режимы проведения каталитических реакций	3	6-7	0	2	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Контроль и измерение основных технологических параметров каталитических процессов	3	8-9	0	2	4	контрольная работа
6.	Тема 6. Основы автоматического управления каталитическими экспериментами Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок	3	10-11	0	2	4	контрольная работа
7.	Тема 7. Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок	3	12	0	2	2	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			0	18	24	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие закономерности каталитических экспериментов

практическое занятие (2 часа(ов)):

Катализ. Положительный и отрицательный катализ. Принцип проведения гетерогенных каталитических реакций. Требования предъявляемые катализаторам. Разработка состава и способа получения катализатора. Термодинамические и кинетические принципы катализа.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Определение состава углеводородных смесей методом газовой хроматографии на капиллярной колонке с использованием пламенно-ионизационного детектора.

Тема 2. Основы построения технологических схем лабораторных каталитических установок

практическое занятие (4 часа(ов)):

Особенности объекта моделирования и оптимизации комплекса взаимосвязанных технологических агрегатов блока каталитического риформинга.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Создание модельных смесей с различным содержанием ненасыщенных углеводородов и инертного газа.

Тема 3. Модельные и реальные сырьевые смеси

практическое занятие (4 часа(ов)):

Промышленный способ изготовления газовых смесей в баллонах под давлением. Подготовка газовой смеси необходимой концентрации.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Испытание алюмопалладиевого катализатора на микрокаталитической установке в проточном режиме в реакции гидрирования ацетилена в этан-этиленовой фракции.

Тема 4. Стационарные и нестационарные режимы проведения каталитических реакций

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реакторы смешения. Реакторы вытеснения.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Испытание алюмопалладиевого катализатора на микрокаталитической установке в проточном режиме в реакции гидрирования метилацетилена и пропадиена в пропан-пропиленовой фракции.

Тема 5. Контроль и измерение основных технологических параметров каталитических процессов

практическое занятие (2 часа(ов)):

Основным технологическим параметрам процесса. Температура. Давление.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Испытание алюмооксидного катализатора на микрокаталитической установке в проточном режиме в реакции изомеризации бутена в изобутан.

Тема 6. Основы автоматического управления каталитическими экспериментами Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок

практическое занятие (2 часа(ов)):

Системы управления процессом. Динамическое регулирование выходных параметров. Статическая оптимизация как основа настройки систем управления. Самонастраивающееся управление. Динамическая оптимизация. Метод газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ПИД)

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Испытание алюмохромового катализатора на микрокаталитической установке в псевдооживленном слое в реакции дегидрирования изопентана в изопентены.

Тема 7. Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок

практическое занятие (2 часа(ов)):

Проточные реакторы. Скорость циркуляции. Состав циркулирующей смеси. Скорость реакции

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Испытание алюмопалладиевого катализатора на микрокаталитической установке в проточно-циркуляционном режиме в реакции гидрирования бутадиена-1,3 в бутан-бутеновой фракции.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Общие закономерности каталитических экспериментов	3	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Основы построения технологических схем лабораторных каталитических установок	3	2-3	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
3.	Тема 3. Модельные и реальные сырьевые смеси	3	4-5	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
4.	Тема 4. Стационарные и нестационарные режимы проведения каталитических реакций	3	6-7	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
5.	Тема 5. Контроль и измерение основных технологических параметров каталитических процессов	3	8-9	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
6.	Тема 6. Основы автоматического управления каталитическими экспериментами Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок	3	10-11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
7.	Тема 7. Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок	3	12	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
	Итого				66	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники,
- использованием раздаточного материал с изображением конструкций различных реакционных устройств и принципиальных схем некоторых каталитических процессов.
- 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

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Общие закономерности каталитических экспериментов

устный опрос , примерные вопросы:

Каталитическая активность и методы ее измерения.

Тема 2. Основы построения технологических схем лабораторных каталитических установок

устный опрос , примерные вопросы:

Определение меры каталитической активности.

Тема 3. Модельные и реальные сырьевые смеси

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Гомогенный и гетерогенный катализ. Закономерности проведения каталитических экспериментов, техника безопасности при эксплуатации установок 2. Показатели эффективности работы катализатора. Кинетические методы исследования каталитических свойств. 3. Схема каталитической установки, полное описание блоков и элементов технологической части. 4. Приготовление калибровочных и реальных углеводородных смесей. 5. Методы периодического и непрерывного приготовления исходных реакционных смесей. 6. Аналитические методы исследования исходных и конечных реакционных смесей в каталитических экспериментах.

Тема 4. Стационарные и нестационарные режимы проведения каталитических реакций

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Стационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме. 2. Нестационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме. 3. Типы реакторов для каталитических реакций. Статические и проточные микрореакторы. 4. Реакторы для процессов при высоких давлениях. Виды термостатов микрореакторов.

Тема 5. Контроль и измерение основных технологических параметров каталитических процессов

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Основные технологические параметры каталитических процессов. Контроль и измерение состава реакционной смеси. 2. Расчет скорости подачи исходной реакционной смеси. Влияние изменения мольного соотношения реагентов на состав и количество продуктов реакции. 3. Контроль давления при эксплуатации каталитической установки. Влияние давления на состав конечной реакционной смеси. 4. Влияние температуры на ход каталитической реакции и состав продуктов. Зависимость удельной каталитической активности от температуры реакции. Измерение температуры реакции в ходе процесса.

Тема 6. Основы автоматического управления каталитическими экспериментами Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Принцип автоматического управления каталитическими экспериментами. 2. Сбор и обработка полученных данных в ходе каталитического процесса. 3. Локальные и централизованные средства автоматики. 4. Использование хроматографического метода исследования в каталитическом процессе.

Тема 7. Конструкция проточной и проточно-циркуляционной каталитической установок

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Принцип работы проточной каталитической установки. Преимущества и недостатки. 2. Конструкция проточно-циркуляционной (ПЦ) установки. Принципиальные отличия ПЦ контура от проточной системы. 3. Типовые кинетические эксперименты. Методики их проведения. 4. Алгоритм установления зависимости каталитической активности от температуры реакции и состава реакционной смеси.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для контрольных работ

Контрольная работа ♦1

1. Гомогенный и гетерогенный катализ. Закономерности проведения каталитических экспериментов, техника безопасности при эксплуатации установок
2. Показатели эффективности работы катализатора. Кинетические методы исследования каталитических свойств.
3. Схема каталитической установки, полное описание блоков и элементов технологической части.
4. Приготовление калибровочных и реальных углеводородных смесей.
5. Методы периодического и непрерывного приготовления исходных реакционных смесей.
6. Аналитические методы исследования исходных и конечных реакционных смесей в каталитических экспериментах.

Контрольная работа ♦2

1. Стационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме.
2. Нестационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме.
3. Типы реакторов для каталитических реакций. Статические и проточные микрореакторы.
4. Реакторы для процессов при высоких давлениях. Виды термостатов микрореакторов.

Контрольная работа ♦3

1. Основные технологические параметры каталитических процессов. Контроль и измерение состава реакционной смеси.
2. Расчет скорости подачи исходной реакционной смеси. Влияние изменения мольного соотношения реагентов на состав и количество продуктов реакции.
3. Контроль давления при эксплуатации каталитической установки. Влияние давления на состав конечной реакционной смеси.
4. Влияние температуры на ход каталитической реакции и состав продуктов. Зависимость удельной каталитической активности от температуры реакции. Измерение температуры реакции в ходе процесса.

Контрольная работа ♦4

1. Принцип автоматического управления каталитическими экспериментами.
2. Сбор и обработка полученных данных в ходе каталитического процесса.
3. Локальные и централизованные средства автоматки.
4. Использование хроматографического метода исследования в каталитическом процессе.

Контрольная работа ♦5

1. Принцип работы проточной каталитической установки. Преимущества и недостатки.
2. Конструкция проточно-циркуляционной (ПЦ) установки. Принципиальные отличия ПЦ контура от проточной системы.
3. Типовые кинетические эксперименты. Методики их проведения.
4. Алгоритм установления зависимости каталитической активности от температуры реакции и состава реакционной смеси.

Билеты к зачету

Билет ♦1

1. Гомогенный и гетерогенный катализ. Закономерности проведения каталитических экспериментов, техника безопасности при эксплуатации установок

2. Показатели эффективности работы катализатора. Кинетические методы исследования каталитических свойств.
3. Схема каталитической установки, полное описание блоков и элементов технологической части.

Билет ♦2

1. Приготовление калибровочных и реальных углеводородных смесей.
2. Методы периодического и непрерывного приготовления исходных реакционных смесей.
3. Аналитические методы исследования исходных и конечных реакционных смесей в каталитических экспериментах.

Билет ♦3

1. Стационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме.
2. Нестационарный режим проведения каталитических реакций. Преимущества и недостатки данного способа. Примеры каталитических реакций в стационарном режиме.
3. Типы реакторов для каталитических реакций. Статические и проточные микрореакторы.

Билет ♦4

1. Реакторы для процессов при высоких давлениях. Виды термостатов микрореакторов.
2. Основные технологические параметры каталитических процессов. Контроль и измерение состава реакционной смеси.
3. Расчет скорости подачи исходной реакционной смеси. Влияние изменения мольного соотношения реагентов на состав и количество продуктов реакции.

Билет ♦5

1. Контроль давления при эксплуатации каталитической установки. Влияние давления на состав конечной реакционной смеси.
2. Влияние температуры на ход каталитической реакции и состав продуктов. Зависимость удельной каталитической активности от температуры реакции. Измерение температуры реакции в ходе процесса.

Билет ♦6

1. Принцип автоматического управления каталитическими экспериментами.
2. Сбор и обработка полученных данных в ходе каталитического процесса.
3. Локальные и централизованные средства автоматизации.

Билет ♦7

1. Использование хроматографического метода исследования в каталитическом процессе.
2. Принцип работы проточной каталитической установки. Преимущества и недостатки.
3. Конструкция проточно-циркуляционной (ПЦ) установки. Принципиальные отличия ПЦ контура от проточной системы.

Билет ♦8

1. Типовые кинетические эксперименты. Методики их проведения.
2. Алгоритм установления зависимости каталитической активности от температуры реакции и состава реакционной смеси.

7.1. Основная литература:

1. Миначев, Хабиб Минаевич. Избранные труды: гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского; ред.-сост. д.х.н., проф. Н. Я. Усачев; предисл. чл.-кор. РАН А. Л. Лапидуса и д.х.н., проф. Н. Я. Усачева. Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2011]. 844 с.

2.Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826

7.2. Дополнительная литература:

1.Кузнецова И.М., Харлампиди 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

2.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>

4.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, 2013. -77 с.

5.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.

6.Модернизация катализаторов и технологии синтеза изопрена на ОАО "Нижнекамскнефтехим" / А.А. Ламберов, Х.Х. Гильманов. - Казань: Казан. Ун-т, 2012. - 404 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Катализ в промышленности, периодический журнал -
<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1140752>

Кинетика и катализ, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147>

Неорганические материалы, периодический журналНеорганические материалы, периодический журнал - <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7918>

Нефтехимия, периодический журнал - <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7920>

Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Техника каталитических экспериментов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

- слайды с применением мультимедийной техники;
- раздаточный материал с изображением конструкций различных реакционных устройств и принципиальных схем некоторых каталитических процессов

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

Автор(ы):

Ильясов И.Р. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. _____

"__" _____ 201__ г.