



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра физической и коллоидной химии**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета, доц.

А.И. Вильмс

«13» мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины Б1.В.12**

Наименование дисциплины **Основные каталитические процессы глубокой переработки нефти**

Направление подготовки **04.03.01 - Химия**

Направленность подготовки: **химия нефти и газа**

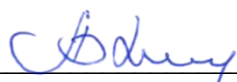
Квалификация выпускника – **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК\_химического факультета

Протокол № 4 от «13» мая 2024 г.

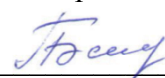
Председатель

  
А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой физической и коллоидной химии:

Протокол № 9 от «26» апреля 2024 г.

И.о. зав. кафедрой

  
Белых Л.Б.

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	9
5. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
6. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	12
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	12
а) основная литература;	12
б) дополнительная литература;	12
в) программное обеспечение;	12
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	12
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	13
9. Образовательные технологии	13
10. Оценочные средства (ОС)	13

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:**

**Цели:** овладение студентами знаниями в области основных каталитических процессов глубокой переработки нефти, формирование умений и навыков их практического применения.

### **Задачи:**

1. обучить студентов теоретическим основам каталитических процессов глубокой переработки нефти;
2. закрепить необходимый понятийный аппарат и основные законы и закономерности, описывающие поведение и физико-химические свойства катализаторов глубокой нефтепереработки;
3. сформировать умение и навыки применять на практике полученные знания;
4. дать представление о научных основах подбора и технологии промышленных катализаторов переработки нефти.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина «Основные каталитические процессы глубокой переработки нефти» относится к дисциплинам вариативной части по выбору (Б1.В.12).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами, а именно:

«Органическая химия» (Б1.О.20),

«Физическая химия. Химическая термодинамика» (Б1.О.24)

«Физическая химия. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ» (Б1.О.25),

«Коллоидная химия» (Б1.В.03),

«Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.26),

«Органическая химия производных углеводородов» (Б1.О.21).

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

«Катализ» (Б1.В.01),

«Теоретические основы органической химии» (Б1.В.05),

выполнения выпускных квалификационных работ и формирования профессиональных компетенций.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль: химия, химия нефти и газа

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p><i>ПК-4</i> Способен объяснить влияние различных факторов на процессы переработки нефти</p>	<p>ИДК<sub>ПК4.3</sub> Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти</p>	<p><b>Знать:</b> значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p>
		<p><b>Уметь:</b> подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p>
		<p><b>Владеть:</b> терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.  
в том числе 1,25 зачетных единицы, 45 часов - на экзамен.**

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			КСР + консультации + КО			
			Лекции	Практические занятия					
			Всего часов	Из них практическая подготовка					
1	Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	7	3	2	2	2	14	Практические задания, УО	
2	Каталитический крекинг углеводородов	7	3	3	3	2	14	Практические задания, УО	
3	Гидрокрекинг углеводородов	7	2	2	2	2	14	Практические задания, УО	
4	Каталитический риформинг углеводородов	7	2	3	3	2	14	Практические задания, УО	
5	Изомеризация алканов	7	2	2	2	2	13	Практические задания, УО	
6	Дегидрирование углеводородов	7	2	2	2	2	13	Практические задания, УО	
7	Алкилирование углеводородов	7	2	2	2	1	8	Практические задания, УО	
<b>Итого часов</b>		<b>7</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>90</b>	<b>Экзамен</b>	

Примечание: УО – устный опрос

*\*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью*

#### **4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
7	Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	Подготовка к УО по теме «Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности».		7	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности».		7	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Каталитический крекинг углеводородов	Подготовка к УО по теме «Каталитический крекинг углеводородов»		7	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Каталитический крекинг углеводородов»		7	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Гидрокрекинг углеводородов	Подготовка к УО по теме «Гидрокрекинг углеводородов»		6	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Гидрокрекинг углеводородов»		6	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Каталитический риформинг углеводородов	Подготовка к УО по теме «Каталитический риформинг углеводородов»		6	УО	№ 1-3 в списке основной литературы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
		Выполнение практических заданий по теме «Каталитический риформинг углеводородов»		6	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Изомеризация алканов	Подготовка к УО по теме «Изомеризация алканов»		6	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Изомеризация алканов»		6	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Дегидрирование углеводородов	Подготовка к УО по теме «Дегидрирование углеводородов»		6	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Дегидрирование углеводородов»		6	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
7	Алкилирование углеводородов	Подготовка к УО по теме «Алкилирование углеводородов»		7	УО	№ 1-3 в списке основной литературы
		Выполнение практических заданий по теме «Алкилирование углеводородов»		7	Практическое задание	№ 1-3 в списке основной литературы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>90</b>		
<b>Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (час)</b>				<b>90</b>		

## 4.3 Содержание учебного материала

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 1. Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности

Важнейшие каталитические процессы нефтепереработки и нефтехимии. Научные основы гетерогенного и гомогенного катализа. Ранние теории катализа. Кислотный катализ. Катализ полиэдрами. Окислительно -восстановительный катализ. Катализ на металлах. Катализ на полупроводниках. Катализ на бифункциональных катализаторах. Нанокатализ.

#### 2. Каталитический крекинг углеводородов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса каталитического крекинга. Промышленные катализаторы крекинга и технология синтеза. Влияние условий приготовления катализаторов на их свойства.

#### 3. Гидрокрекинг углеводородов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса. Катализаторы гидрокрекинга. Технология приготовления катализаторов гидрокрекинга.

#### 4. Каталитический риформинг углеводородов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса риформинга. Типы катализаторов риформинга. Технология приготовления катализаторов риформинга.

#### 5. Изомеризация алканов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса изомеризации. Типы катализаторов изомеризации. Технология приготовления катализаторов изомеризации.

#### 6. Дегидрирование углеводородов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса. Окислительное дегидрирование углеводородов. Катализаторы дегидрирования. Технология приготовления катализаторов.

#### 7. Алкилирование углеводородов

Место и назначение процесса в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса алкилирования. Типы катализаторов алкилирования. Технология приготовления катализаторов алкилирования.



### 4.3.1 Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ № п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость(час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего	Практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	
1	Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	Виды катализаторов нефтехимических процессов	2	2	УО, практические задания	ПК-4
2	Каталитический крекинг углеводородов	Типы катализаторов крекинга в зависимости от назначения процесса и перерабатываемого сырья. Приготовление катализаторов крекинга.	3	3	УО, практические задания	ПК-4
3	Гидрокрекинг углеводородов	Определение количественных характеристик гидрокрекинга	3	3	УО, практические задания	ПК-4
4	Каталитический риформинг углеводородов	Типы катализаторов риформинга в зависимости от технологического оформления и назначения процесса.	3	3	УО, практические задания	ПК-4
5	Изомеризация алканов	Состав, строение, принципы каталитического действия и особенности функционирования.	3	3	УО, практические задания	ПК-4
6	Дегидрирование углеводородов	Состав, строение, принципы каталитического действия и особенности функционирования.	2	2	УО, практические задания	ПК-4
7	Алкилирование углеводородов	Состав, строение, принципы каталитического действия и особенности функционирования.	2	2	УО, практические задания	ПК-4

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ № п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 1), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
2	Каталитический крекинг углеводородов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 2), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
3	Гидрокрекинг углеводородов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 3), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
4	Каталитический риформинг углеводородов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 4), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
5	Изомеризация алканов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 5), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
6	Дегидрирование углеводородов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 6), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3
7	Алкилирование углеводородов	Подготовка к устному опросу (см. вопросы текущего контроля № 7), выполнение практических заданий.	ПК-4	ПК-4.3

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовки к устному опросу, проводится во внеаудиторное время. Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых методических материалах по организации самостоятельной работе студентов и в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках по нефтехимии.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) \_\_\_\_\_

---

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. - 2-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Лань, 2018. - 200 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2158-9
2. Шмидт, Ф. К. Основы катализа: координационно-химические, физико-химические и кинетические аспекты [Текст] : учеб. пособие / Ф. К. Шмидт, Л. Б. Белых ; Иркутский гос. ун-т, Хим. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. - 437 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Ткач, В. С. Катализаторы на основе комплексов переходных металлов: актуальные проблемы и примеры их эффективного решения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. С. Ткач. - ЭВК. - Иркутск : ИГУ, 2011. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
2. Исаев, В. П. Геохимия нефти и газа [Электронный ресурс] : курс лекций / В. П. Исаев ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - ЭВК. - Иркутск : ИГУ, 2010. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.



**в) периодические издания (при необходимости)**

**г) список авторских методических разработок:**

**д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Помещения для проведения лекционных и семинарских занятий, укомплектованные необходимым оборудованием, а именно:

- аудитории, оснащенные мультимедийными средствами, для проведения аудиторных и практических занятий (ауд. 303, 402, 426); ауд. 5, 402, 426 оборудованы мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU.
- компьютерный класс кафедры физической и коллоидной химии (ауд. 303). Общее количество единиц вычислительной техники – 5: Pentium IV – 1 шт.; Pentium III – 1 шт.; Pentium I – 3 шт. Имеется локальная сеть.

### 6.3. Технические и электронные средства:

#### VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины «Основные каталитические процессы глубокой переработки нефти» читаются лекции, проводятся практические занятия, на которых проводят разбор конкретных ситуаций по вопросам каталитической нефтепереработки.

*Активные формы обучения.* На практических занятиях каждый студент самостоятельно решает задачи на различные темы, участвует в дискуссионном разборе конкретных ситуаций. Такой вид организации обучения способствует закреплению теоретических положений данной дисциплины, приобретению практических навыков в области каталитической нефтехимии.

#### Наименование тем занятий с использованием интерактивных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

#### VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### Оценочные средства (ОС):

Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить у обучающихся сформированность компетенций: ПК-4.

##### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Выполнение практических заданий. УО	Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	ПК-4.3
2	Выполнение практических заданий. УО	Каталитический крекинг углеводородов	ПК-4.3
3	Выполнение практических заданий. УО	Гидрокрекинг углеводородов	ПК-4.3
4	Выполнение практических заданий. УО	Каталитический риформинг углеводородов	ПК-4.3
5	Выполнение	Изомеризация алканов	ПК-4.3

	практических заданий. УО		
6	Выполнение практических заданий. УО	Дегидрирование углеводородов	ПК-4.3
7	Выполнение практических заданий. УО	Алкилирование углеводородов	ПК-4.3

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ**

### ***Вопросы для УО №1. Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности***

1. Опишите важнейшие каталитические процессы нефтехимии.
2. Сформулируйте научные основы гетерогенного и гомогенного катализа.
3. Какие вещества относят к ПАВ? Почему ПАВ концентрируются на границе раздела фаз? Рассмотрите адсорбцию ПАВ на границе раздела фаз и строение адсорбционных слоев
4. Опишите состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки.
5. Приведите классификации и примеры основных представителей ПАВ, способы их получения.
6. В чём заключаются основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки?
7. Объясните механизм каталитических реакций нефтепереработки.

### ***Вопросы для УО №2. Каталитический крекинг углеводородов***

1. Опишите место и назначение процесса в нефтехимии, механизм и кинетику процесса.
2. Перечислите марки и состав промышленных катализаторов.
3. Проанализировать влияние состава реакционной смеси на эффективность каталитического крекинга.
4. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга.
5. Описать термодинамику реакций крекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
6. Промышленные установки каталитического крекинга и основные технологические параметры?

### ***Вопросы для УО №3. Гидрокрекинг углеводородов***

1. Опишите место и назначение процесса в нефтехимии.
2. Объясните механизм, кинетику процесса.
3. Опишите марки и состав промышленных катализаторов.
4. Проанализировать влияние состава реакционной смеси на эффективность гидрокрекинга.
5. Рассмотрите гидрокрекинг бензиновых фракций с получением моторных топлив, сжиженных газов и изопарафиновых углеводородов.

#### ***Вопросы для УО №4. Каталитический риформинг углеводородов***

1. Описать место и назначение процесса в нефтехимии.
2. Объясните механизм, кинетику процесса.
3. Перечислите марки и состав промышленных катализаторов.
4. Проанализируйте влияние состава реакционной смеси на эффективность риформинга.
5. Рассмотрите изменение свойств и регенерацию катализаторов в процессе риформинга.

#### ***Вопросы для УО №5. Изомеризация алканов***

1. Опишите место и назначение процесса в нефтехимии.
2. Объясните механизм, кинетику процесса.
3. Перечислите марки и состав промышленных катализаторов.
4. Проанализируйте влияние состава реакционной смеси на эффективность изомеризации алканов.

#### ***Вопросы для УО №6. Дегидрирование углеводородов***

1. Опишите место и назначение процесса в нефтехимии.
2. Объясните механизм, кинетику процесса.
3. Перечислите марки и состав промышленных катализаторов.
4. Проанализируйте влияние состава реакционной смеси на эффективность дегидрирования углеводородов.

#### ***Вопросы для УО №7. Алкилирование углеводородов***

1. Опишите место и назначение процесса в нефтехимии.
2. Объясните механизм, кинетику процесса.
3. Перечислите марки и состав промышленных катализаторов.
4. Проанализируйте влияние состава реакционной смеси на эффективность алкилирования углеводородов.

Промежуточная аттестация (*экзамен*) проводится в форме устного собеседования или в виде тестовых заданий.

#### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Первичная переработка нефти. Место в нефтехимической промышленности. Процессы, лежащие в основе переработки.
2. Вторичная переработка нефти. Место в нефтехимической промышленности. Процессы, лежащие в основе переработки.
3. Вторичная переработка нефти. Термические способы переработки. Состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
4. Вторичная переработка нефти. Каталитические способы переработки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.

5. Способы получения бензинов. Способы повышения октанового числа бензинов.
6. Способы получения дизельного топлива. Способы повышения октанового числа бензинов.
7. Способы получения реактивного топлива. Способы повышения октанового числа бензинов.
8. Общие понятия о катализе и катализаторах. Классификация каталитических реакций и катализаторов.
9. Основные характеристики гетерогенных катализаторов и методы их определения. Существующие теории катализа. Краткая характеристика.
10. Классификация промышленных гетерогенных катализаторов, их применение в нефтепереработке.
11. Дезактивация гетерогенных катализаторов, классификация.
12. Регенерация гетерогенных катализаторов.
13. Причины дезактивации катализаторов. Виды дезактивации катализаторов.
14. Способы регенерации катализаторов крекинга.
15. Переработка вакуумного газойля каталитическим крекингом. Состав сырья, продукты, катализаторы, дезактивация, регенерация.
16. Катализаторы каталитического крекинга, марки, состав, дезактивация, регенерация.
17. Термодинамика реакций крекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
18. Характеристика свойств катализаторов гидрокрекинга.
19. Активация, дезактивация и регенерация катализаторов гидрокрекинга.
20. Термодинамика реакций гидрокрекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
21. Каталитический риформинг бензинов прямой гонки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
22. Катализаторы каталитического риформинга, марки, состав, дезактивация, регенерация.
23. Методы активация и дезактивация катализаторов риформинга.
24. Термодинамика реакций риформинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
25. Осуществление процесса риформинга с периодической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
26. Осуществление процесса риформинга с циклической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
27. Осуществление процесса риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
28. Характеристика свойств катализаторов изомеризации.
29. Активация, дезактивация и регенерация катализаторов изомеризации.
30. Назначение процессов изомеризации алканов. Исходное сырье.
31. Гомогенно-каталитическая изомеризация алканов. Механизм. Катализаторы, условия проведения. Гетерогенно-каталитическая изомеризация алканов. Механизм. Катализаторы, условия проведения.
32. Термодинамика реакций изомеризации. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
33. Виды изомеризации углеводородов. Особенности процесса. Сырье. Назначение.
34. Высокотемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.
35. Среднетемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.
36. Низкотемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.

37. Термодинамика реакций алкилирования. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
38. Катализаторы (марки, состав) дегидрирования углеводородов.
39. Реакции дегидрирования, как этапы многостадийных синтезов при получении мономеров, поверхностно-активных веществ, растворителей.
40. Термодинамика реакций дегидрирования. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	<b>Знает:</b> значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.	УО. Выполнение практических заданий.
	<b>Умеет:</b> подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.	УО. Выполнение практических заданий.
	<b>Владеет:</b> терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.	УО. Выполнение практических заданий.



**Программа оценивания контролируемых компетенций:**

Тема или раздел дисциплины <sup>1</sup>	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС <sup>2</sup>	
					ТК <sup>3</sup>	ПА <sup>4</sup>
Введение. Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов. Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья. Владеть: терминологией	Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов. Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья. Владеет терминологией	Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 1. Выполнил практическое задание по теме «Значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности»	УО , О	Экзамен

		нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.	нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.			
Каталитический крекинг углеводородов	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства	Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства	Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 2. Выполнил практическое задание по теме «Каталитический	УО , О	

		<p>промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	крекинг углеводородов»		
Гидрокрекинг углеводородов	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и	Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и	Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 3. Выполнил практическое задание по теме «Гидрокрекинг углеводородов»	УО , О	

		<p>катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>			
Каталитический риформинг углеводородов	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов	Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов	Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 4. Выполнил практическое задание по теме «Каталитический риформинг углеводородов»	УО , О	

		<p>нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>			
Изомеризация алканов	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	<p>Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы</p>	<p>Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы</p>	<p>Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 5.</p> <p>Выполнил практическое задание по теме «Изомеризация алканов»</p>	УО , О	

		<p>получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>получения и исследования свойств катализаторов.</p> <p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>			
<p>Дегидрирование углеводородов</p>	<p>ИДК ПК-4.3</p> <p>Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти</p>	<p>Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования</p>	<p>Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования</p>	<p>Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 6.</p> <p>Выполнил практическое задание по теме «Дегидрирование углеводородов»</p>	<p>УО</p> <p>, О</p>	

		<p>свойств катализаторов.</p> <p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>свойств катализаторов.</p> <p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>			
Алкилирование углеводородов	ИДК ПК-4.3 Способен объяснить химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов в процессе переработки нефти	<p>Знать: значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p>	<p>Знает значение катализа в нефтеперерабатывающей промышленности, особенности процессов первичной и вторичной нефтепереработки, состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки; основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки; методы получения и исследования свойств катализаторов.</p>	<p>Владеет материалом, представленным в разделе «Вопросы для собеседования», УО № 7.</p> <p>Выполнил практическое задание по теме «Алкилирование углеводородов»</p>	УО , О	

		<p>Уметь: подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеть: терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>	<p>Умеет подбирать катализатор и режим для поставленных технологических задач нефтепереработки; определять методы получения и активации гетерогенных катализаторов нефтепереработки; выбирать технологии гомогенных и гетерогенных катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья.</p> <p>Владеет терминологией нефтехимического синтеза, способностью прогнозирования природы катализатора и технологии его приготовления для процессов переработки углеводородного сырья.</p>			
--	--	--	--	--	--	--

У –устный опрос, Кл-коллоквиум, О-отчет по практическому заданию, К- контрольная работа, Р - реферат



## **КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ:**

### **Оценка «отлично»:**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

### **Оценка «хорошо»:**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок непринципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач.

### **Оценка «удовлетворительно»:**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач.

### **Разработчики:**



доцент Н.И. Скрипов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки 04.03.01 – «Химия», направленность «Химия нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физической и коллоидной химии «26» апреля 2024 г.

Протокол № 9 И.о. зав. кафедрой



/ Л.Б. Белых /

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*