МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО Руководитель ОПОП	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной химии
_____ Ю.А. Очередко	_____ Л.А. Джигола
«04» апреля 2024 г.	«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы нефтехимического синтеза»

Составитель	**Очередко Ю.А., доцент, к.т.н., доцент кафедры ХМ**
Согласовано с работодателями:	**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела физико-химических исследований ИТЦ «Газпром добыча Астрахань», Федорова И.В., начальник химико-аналитического отдела испытательный Центр филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»- ЦЛАТИ по Астраханской области**
Направление подготовки	**04.04.01 ХИМИЯ**
Направленность (профиль) ОПОП	**НЕФТЕХИМИЯ**
Квалификация (степень)	**магистр**
Форма обучения	**очная**
Год приема	**2024**
Курс	**2**
Семестр	**4**

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Теоретические основы нефтехимического синтеза» является формирование современных представлений о термодинамике, кинетике, механизме химических процессов синтеза индивидуальных соединений из углеводородов нефти.

1.2. Задачи освоения дисциплины: изучение химизма, механизма, термодинамики и кинетики процессов нефтехимического синтеза.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Теоретические основы нефтехимического синтеза» относится части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 4 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ органической и физической химии.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Органическая химия, Физическая химия

Знания: теоретических основ органической, физической химии; химизма, механизма, термодинамики и кинетики процессов органического синтеза.

Умения: использовать теоретические основы органической, физической химии; химизм, механизм, термодинамику и кинетику процессов органического синтеза.

Навыки: владения методами получения соединений; отбора из информационных источников материала, необходимого для освоения дисциплины.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Преддипломная работа.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВПО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

а) профессиональной (ПК):

ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в	теоретические основы синтеза индивидуальных соединений из	выбирать процессы получения соединений	методами получения соединений из нефти

Код компетенции	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных;	углеводородов нефти	путем нефтехимического синтеза	
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии.	химизм, механизм, термодинамику и кинетику процессов нефтехимического синтеза	использовать химизм, механизм, термодинамику и кинетику процессов нефтехимического синтеза	навыками отбора из информационных источников материала, необходимого для освоения дисциплины

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	25
- занятия лекционного типа, в том числе:	-
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	24
- практическая подготовка (если предусмотрена)	42
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	83
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 4 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации *[по семестрам]*
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 4.										
Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов					4			13	17	Собеседование
Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе					4	2		14	18	Собеседование
Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе					4			14	18	Собеседование Контрольная работа 1
Тема 4. Основы технического катализа					4	2		14	18	Собеседование Круглый стол
Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов					4			14	18	Собеседование
Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг					4			14	18	Собеседование Контрольная работа 2
Консультации									***1***	
Контроль промежуточной аттестации										**Экзамен**
ИТОГО за семестр:					***24***			***83***	***108***	
Итого за весь период					***24***			***83***	***108***	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов	17	+	1
Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе	18	+	1

Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе	18	+	1
Тема 4. Основы технического катализа	18	+	1
Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов	18	+	1
Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг	18	+	1
Итого	**107**		**1**

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов

Молекулярные реакции. Термический распад молекул на радикалы. Бимолекулярное образование радикалов. Реакции замещения, присоединения, распада, изомеризации, рекомбинации и диспропорционирования. Цепные реакции. Радикальные нецепные реакции.

Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе

Алканы. Циклоалканы. Алкены. Диены. Алкины. Арены. Сложные углеводородные смеси. Образование пироуглерода. Пиролиз.

Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе

Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса. Замедленное коксование. Коксование в слое теплоносителя. Термический крекинг. Производство окисленных битумов.

Тема 4. Основы технического катализа

Катализаторы. Каталитические реакции. Кинетика газофазных реакций в присутствии твердых катализаторов. Реакции на пористом катализаторе. Реакции на твердом катализаторе при наличии жидкой фазы. Реакции, катализируемые жидким катализатором. Кислотный катализ.

Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов

Термодинамика и механизм процессов. Основы управления процессами: катализатор, сырье, температура, содержание изобутана, контакт между фазами и время реакции, давление.

Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг

Термодинамика и механизм процессов. Основы управления процессами: катализатор, температура, давление, сырье.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Лабораторные занятия способствуют закрепление знаний, полученных студентами в ходе теоретического обучения (лекции) и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного

занятия преподаватель планирует 6- 7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа обучающихся проводится с использованием учебно-методической литературы и интернет-ресурсов. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной консультации или по электронной почте.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400 с.
2. Брагинский О.Б. Нефтехимический комплекс мира. – М.: Academia. 2009. – 800 с.
3. Микичев Х.М. Избранные труды: Гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Ред.-сост. И.Я. Усачев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 880 с.
4. Ахмедьянова Р.А., Технология нефтехимического синтеза : учебное пособие / Р.А. Ахмедьянова, А.П. Рахматуллина, Н.В. Романова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 100 с. - ISBN 978-5-7882-1494-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214948.html
5. Заббаров Р.Р., Основные продукты нефтехимического синтеза для получения поверхностно-активных веществ : учебное пособие / Р.Р. Заббаров, И.Н. Гончарова, Р.Р. Рахматуллин - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-2269-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222691.html

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся
для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов Молекулярные реакции. Термический распад молекул на радикалы. Бимолекулярное образование радикалов. Реакции замещения, присоединения, распада, изомеризации, рекомбинации и диспропорционирования. Цепные реакции. Радикальные нецепные реакции.	13	Индивидуальная работа
Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе Алканы. Циклоалканы. Алкены. Диены. Алкины. Арены. Сложные углеводородные смеси. Образование пироуглерода. Пиролиз.	14	Индивидуальная работа
Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе Особенности термических реакций в жидкой фазе. Образование нефтяного кокса. Замедленное коксование. Коксование в слое теплоносителя. Термический крекинг. Производство окисленных битумов.	14	Индивидуальная работа
Тема 4. Основы технического катализа Катализаторы. Каталитические реакции. Кинетика газофазных реакций в присутствии твердых катализаторов. Реакции	14	Индивидуальная работа

на пористом катализаторе. Реакции на твердом катализаторе при наличии жидкой фазы. Реакции, катализируемые жидким катализатором. Кислотный катализ.		
Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов Термодинамика и механизм процессов. Основы управления процессами: катализатор, сырье, температура, содержание изобутана, контакт между фазами и время реакции, давление.	14	Индивидуальная работа
Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг Термодинамика и механизм процессов. Основы управления процессами: катализатор, температура, давление, сырье.	14	Индивидуальная работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимся самостоятельно, должен быть написан конспект. Конспект должен быть выполнен в ученической тетради в клетку (строчки «через клеточку») «от руки». На титульном листе должны быть разборчиво написаны фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект должен отражать основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучения и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа Практическая подготовка
Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 4. Основы технического катализа	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа Практическая подготовка
Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа

Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах *on-line* и/или *off-line* в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференций, собеседования в режиме чата, выполнения виртуальных лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2013;
2. Microsoft Windows 7 Professional;
3. Платформа дистанционного обучения *LMS Moodle* (виртуальная обучающая среда).

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://library.asu.edu.ru/catalog/ (Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»)
2. https://journal.asu.edu.ru/ (Электронный каталог «Научные журналы АГУ»)

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы нефтехимического синтеза» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в

процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Основы теории газофазных термических реакций углеводородов	ПК-1	Собеседование
Термические превращения углеводородов в газовой фазе	ПК-1	Собеседование
Термические превращения углеводородов в жидкой фазе	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 1
Основы технического катализа	ПК-1	Собеседование Круглый стол
Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов	ПК-1	Собеседование
Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 2

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания

	преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. Основы теории газофазных термических реакций углеводородов

1. Вопросы для собеседования

1) Молекулярные реакции.
2) Термический распад молекул на радикалы.
3) Бимолекулярное образование радикалов.
4) Реакции замещения, присоединения, распада, изомеризации, рекомбинации и диспропорционирования.
5) Цепные реакции.
6) Радикальные нецепные реакции.

Тема 2. Термические превращения углеводородов в газовой фазе

1. Вопросы для собеседования

1) Алканы.
2) Циклоалканы.
3) Алкены.
4) Диены.
5) Алкины.
6) Арены.
7) Сложные углеводородные смеси.
8) Образование пироуглерода.
9) Пиролиз.

Тема 3. Термические превращения углеводородов в жидкой фазе

1. Вопросы для собеседования

1) Особенности термических реакций в жидкой фазе.
2) Образование нефтяного кокса.
3) Замедленное коксование.
4) Коксование в слое теплоносителя.
5) Термический крекинг.
6) Производство окисленных битумов.

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Приведите основы химизма газофазного термолиза углеводородов.
2. Какие реакции лежат в основе термических превращений углеводородов нефти?
3. Дайте характеристику радикальным нецепным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений углеводородов в жидкой фазе.

4. Приведите классификацию реакций радикалов в газофазных термических превращениях углеводородов. Укажите особенности термических превращений диенов и алкинов в газовой фазе.

5. Дайте характеристику термическому распаду молекул углеводородов на радикалы. Укажите особенности термических превращений алканов в газовой фазе.

Вариант 2

1. Приведите основы химизма жидкофазного термолиза углеводородов.

2. Охарактеризуйте сырье и технологические параметры термодекструктивных процессов.

3. Дайте характеристику цепным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений аренов в газовой фазе.

4. Дайте характеристику бимолекулярному образованию радикалов в газофазных термических реакциях углеводородов. Укажите особенности термических превращений циклоалканов в газовой фазе.

5. Дайте характеристику молекулярным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений алкенов в газовой фазе.

Тема 4. Основы технического катализа

1. Вопросы для собеседования

1) Катализаторы.
2) Каталитические реакции.
3) Кинетика газофазных реакций в присутствии твердых катализаторов.
4) Реакции на пористом катализаторе.
5) Реакции на твердом катализаторе при наличии жидкой фазы.
6) Реакции, катализируемые жидким катализатором.
7) Кислотный катализ.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

1) Выбор катализатора для нефтехимического синтеза.

Тема 5. Алкилирование изоалканов алкенами. Полимеризация алкенов

1. Вопросы для собеседования

1) Механизм процесса алкилирования изоалканов алкенами.
2) Термодинамика процесса алкилирования изоалканов алкенами.
3) Основы управления процессом алкилирования изоалканов алкенами.: катализатор, сырье, температура, содержание изобутана, контакт между фазами и время реакции, давление.
4) Механизм процесса полимеризации алкенов.
5) Термодинамика процесса полимеризации алкенов.
6) Основы управления процессом полимеризации алкенов: катализатор, температура, давление, сырье.

Тема 6. Изомеризация нормальных алканов. Каталитический крекинг

1. Вопросы для собеседования

1) Механизм процесса изомеризации нормальных алканов.
2) Термодинамика процесса изомеризации нормальных алканов.

3) Катализаторы и режим процесса изомеризации нормальных алканов..
4) Сырье процесса изомеризации нормальных алканов..
5) Механизм процесса каталитического крекинга.
6) Катализаторы каталитического крекинга.
7) Основы управления процессом каталитического крекинга: температура, время реакции, кратность циркуляции катализатора, давление, сырье.
8) Регенерация катализаторов каталитического крекинга.

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1. Каковы стадии каталитических реакций?

2. Приведите теоретические основы каталитического крекинга.

3. Каковы основные свойства катализаторов? Каким требованиям они должны удовлетворять?

Вариант 2

1. Каковы основные принципы каталитических реакций?

2. Что такое катализ? Как классифицируют процессы, протекающие в присутствии катализаторов?

3. Приведите теоретические основы каталитической изомеризации.

Перечень вопросов и заданий,
выносимых на экзамен

1. Приведите основы химизма газофазного термолиза углеводородов.
2. Какие реакции лежат в основе термических превращений углеводородов нефти?
3. Дайте характеристику радикальным нецепным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений углеводородов в жидкой фазе.
4. Приведите классификацию реакций радикалов в газофазных термических превращениях углеводородов. Укажите особенности термических превращений диенов и алкинов в газовой фазе.
5. Дайте характеристику термическому распаду молекул углеводородов на радикалы. Укажите особенности термических превращений алканов в газовой фазе.
6. Приведите основы химизма жидкофазного термолиза углеводородов.
7. Охарактеризуйте сырье и технологические параметры термодекструктивных процессов.
8. Дайте характеристику цепным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений аренов в газовой фазе.
9. Дайте характеристику бимолекулярному образованию радикалов в газофазных термических реакциях углеводородов. Укажите особенности термических превращений циклоалканов в газовой фазе.
10. Дайте характеристику молекулярным реакциям газофазных термических превращений углеводородов. Укажите особенности термических превращений алкенов в газовой фазе.
11. Каковы стадии каталитических реакций?
12. Приведите теоретические основы каталитического крекинга.

13. Каковы основные свойства катализаторов? Каким требованиям они должны удовлетворять?

14. Каковы основные принципы каталитических реакций?

15. Что такое катализ? Как классифицируют процессы, протекающие в присутствии катализаторов?

16. Приведите теоретические основы каталитической изомеризации.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках				
1.	Задание закрытого типа	Отношение летучестей компонентов (фракций) перегоняемого сырья при одинаковых температуре и давлении – это А) коэффициент относительной летучести Б) флегмовое число В) паровое число Г) четкость погоноразделения	А	1
2.		Нефть и нефтяные смеси как сырье для ректификации характеризуются рядом специфических свойств, в том числе А) невысокой термической стабильностью Б) высокой термической стабильностью В) хорошей растворимостью в воде	А	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Г) высокой летучестью		
3.		При равных температурах жидкофазные термические реакции углеводородов и нефтепродуктов дают А) большие выходы продуктов конденсации и меньшие продуктов распада Б) меньшие выходы продуктов конденсации и большие продуктов распада В) одинаковые выходы продуктов конденсации и продуктов распада Г) такие реакции невозможны	А	1
4.		Энергия разрыва связей изменяются в углеводородах в широких пределах от 240 до 450 кДж/моль. В алканах А) связи С-Н прочнее связей С-С Б) связи С-С прочнее связей С-Н В) связи слишком прочные, чтобы разорваться	А	1
5.	Задание открытого типа	Какие процессы называются термическими? Приведите примеры. Какие параметры на них	Под термическими процессами подразумевают процессы химических превращений нефтяного сырья – совокупности реакций крекинга (распада)	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		влияют?	и уплотнения, осуществляемые термически, т.е. без применения катализаторов. В современной нефтепереработке применяются следующие типы термических процессов: термический крекинг, коксование, пиролиз, процесс получения технического углерода (сажи), процесс получения нефтяных пеков (пекование), процесс получения нефтяных битумов. Основные параметры термических процессов, влияющие на ассортимент, материальный баланс и качество получаемых продуктов, - качество сырья, давление, температура и продолжительность термолиза.	
6.		Какие реакции лежат в основе термических процессов?	В основе процессов термолиза нефтяного сырья лежат реакции крекинга (распада) и поликонденсации (синтеза), протекающие через ряд промежуточных стадий по радикально-цепному механизму. В реакциях крекинга ведущими являются короткоживущие радикалы алкильного типа, а поликонденсации – долгоживущие бензильные или фенильные радикалы.	3-4
7.		Что такое катализатор?	Катализатором называют вещество, многократно вступающее в промежуточное химическое	2-3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			взаимодействие с реагентами, не участвующее в стехиометрическом уравнении реакции, не изменяющее термодинамическое равновесие, но увеличивающее скорость его достижения, т.е. скорость реакции.	
8.		Из каких стадий складывается реакция газофазных реагентов на твердом катализаторе?	Реакция газофазных реагентов на твердом катализаторе складывается из следующих стадий: диффузия реагентов из газового потока к внешней поверхности частиц катализатора (внешняя диффузия); диффузия реагентов в поры катализатора (внутренняя диффузия); адсорбция реагентов на поверхности катализатора; химическая реакция на поверхности катализатора; десорбция продуктов реакции; диффузия продуктов реакции в порах катализатора; диффузия продуктов реакции от внешней поверхности частиц катализатора в газовый поток.	3-4
9.	Задания комбинированного типа	*Выберите правильный ответ и аргументируйте его:* По агрегатному состоянию реагирующих веществ и катализатора различают: А) гомолитический катализ Б)	ГД По агрегатному состоянию реагирующих веществ и катализатора различают: - гомогенный катализ, когда реагенты и катализатор находятся в одной фазе, - гетерогенный катализ, когда каталитическая система включает несколько фаз. В нефтепереработке	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		гетеролитический катализ В) бифункциональный катализ Г) гомогенный катализ Д) гетерогенный катализ	гетерогенный катализ, особенно с твердым катализатором, распространен значительно больше, чем гомогенный.	
10.		*Выберите правильный ответ и аргументируйте его:* По природе промежуточного химического взаимодействия реагирующих веществ и катализатора катализ принято подразделять на: А) гомолитический катализ Б) гетеролитический катализ В) бифункциональный катализ Г) гомогенный катализ Д) гетерогенный катализ	АБВ Каталитические процессы по типу катализа можно классифицировать на следующие типы: • Гетеролитические, протекающие по механизму кислотного катализа (каталитический крекинг, алкилирование, полимеризация, производство эфиров и др.); • Гомолитические, протекающие по механизму окислительно-восстановительного (электронного) катализа (производства водорода и синтез газов, метанола, элементной серы); • Гидрокаталитические, протекающие по механизму бифункционального (сложного) катализа (гидроочистка, гидрообессеривание, гидрокрекинг, каталитический риформинг, изомеризация, гидродеароматизация, селективная гидродепарафинизация и др.)	3-4

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в семестре по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение семестра. Итоговой формой отчетности является экзамен, поэтому балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине в течение семестра) – 50 баллов и экзаменационную – 50 баллов. 50 баллов семестрового контроля состоят из 40 баллов, полученных на различных формах текущего контроля и 10 баллов, включающих различного рода бонусы (отсутствие пропусков занятий, активная работа в течение семестра).

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	6 / 3	18	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 2	2	по расписанию
3.	Контрольная работа	2 / 10	20	по расписанию
Всего			**40**	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	13 / 0,5	6,5	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	7 / 0,5	3,5	по расписанию
Всего			**10**	-
Дополнительный блок				
6.	Экзамен		50	по расписанию
Всего			**50**	-
ИТОГО			**100**	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-0,5
Неготовность к занятию	-3
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)

85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Ахмедьянова Р.А., Технология нефтехимического синтеза : учебное пособие / Р.А. Ахмедьянова, А.П. Рахматуллина, Н.В. Романова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 100 с. - ISBN 978-5-7882-1494-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214948.html (ЭБС «Консультант студента»)
2. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400 с. (10 экз.)
3. Микичев Х.М. Избранные труды: Гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Ред.-сост. И.Я. Усачев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 880 с. (6 экз.)

8.2. Дополнительная литература

1. Брагинский О.Б. Нефтехимический комплекс мира. – М.: Academia. 2009. – 800 с. (1 экз.)
2. Заббаров Р.Р., Основные продукты нефтехимического синтеза для получения поверхностно-активных веществ : учебное пособие / Р.Р. Заббаров, И.Н. Гончарова, Р.Р. Рахматуллин - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-2269-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222691.html (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. http://asu.edu.ru
2. https://biblio.asu.edu.ru (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
3. http://www.studentlibrary.ru (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для лабораторных работ. Проведение занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).