


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт (филиал)
Кафедра химических технологий**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____
« 26 » _____ 2024 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретические основы химических технологий»**

По направлению подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль: "Химическая технология"

Северодонецк – 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы химических технологий» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология – 34с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы химических технологий» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 922 ,с изменениями и дополнениями от _____ 20__ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

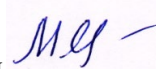
к.т.н., доцент кафедры химических технологий



М.А. Ожередова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой химических технологий



М.А. Ожередова

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

СОГЛАСОВАНА(для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «___» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины - формирование у студентов знаний в области теоретических основ и получение практических навыков в области химических технологий, понимание общих закономерностей химических процессов, изучение механизмов реакций термических и каталитических процессов основного неорганического синтеза.

Основные задачи дисциплины: понимание теории процессов, лежащих в основе промышленной неорганического синтеза; выполнение расчетов технологических процессов получения продуктов основного неорганического синтеза.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Дисциплина реализуется кафедрой Химических технологий.

Основывается на базе дисциплин: Общая и неорганическая химия, Введение в химическую технологию, Промышленная неорганическая химия.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Технология основного неорганического синтеза, Технология катализаторов и сорбентов, Оборудование заводов химических, Оборудование заводов катализаторных производств, Производственная и преддипломная практики, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Место дисциплины в учебном плане: осваивается в пятом семестре.

Дисциплина нацелена на формирование: общепрофессиональных (ОПК-1), профессиональных (ПК-1) компетенций выпускника.

Содержание дисциплины: Фундаментальные закономерности химико-технологических процессов. Фундаментальные закономерности кинетики химико-технологических процессов. Растворение твердых тел. Топохимические реакции. Растворение газов. Абсорбция и хемосорбция. Адсорбция. Кристаллизация из растворов. Гетерогенный катализ.

Виды контроля по дисциплине: текущий контроль знаний на практических занятиях и при тестировании, промежуточный контроль – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 ч), практические (34 ч) занятия и самостоятельная работа студента (112 ч).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происхо-	ОПК-1.1. Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки ин-	Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки инфор-

<p>дящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>формации в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2. Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимы для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органоминеральных удобрений</p> <p>ОПК-1.3. Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс</p> <p>ОПК-1.4. Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач</p> <p>ОПК-1.5. Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ</p> <p>ОПК-1.6. Уметь применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p> <p>ОПК-1.7. Владеть способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>ОПК-1.8. Владеть навыками использования знаний основных понятий, законов и закономерностей физической хи-</p>	<p>мации в профессиональной деятельности</p> <p>Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимы для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органоминеральных удобрений</p> <p>Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс</p> <p>Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач</p> <p>Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ</p> <p>Уметь применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p> <p>Владеть: способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>Владеть навыками использования знаний основных понятий, законов и законо-</p>
---	---	---

	<p>мии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир</p> <p>ОПК-1.9. Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления</p> <p>ОПК-1.10. Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами</p> <p>ОПК-1.11. Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии</p> <p>ОПК-1.12. Владеть инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности</p>	<p>мерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир</p> <p>Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления</p> <p>Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами</p> <p>Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии</p> <p>Владеть инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов</p> <p>ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность</p> <p>ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов</p>	<p>Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов</p> <p>Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность</p> <p>Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов</p>

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180	180
Обязательная контактная работа (всего)	68	8
в том числе:		
Лекции	34	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	112	172
Форма аттестации	Экзамен	Экзамен

4.1 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Характеристика химических процессов. Общие понятия и определения стехиометрии. Классификация химических реакций. Стехиометрически простые и стехиометрически сложные реакции. Стехиометрически независимые реакции и ключевые вещества. Безразмерные характеристики баланса (степень конверсии, выходы, селективность) для необратимых и обратимых реакций. Уравнения материального баланса простых и сложных реакций. Стехиометрическая матрица. Молекулярная матрица. Таблицы материального баланса. Концентрации, парциальные давления и мольные доли

Тема 2. Термодинамический анализ химических процессов. Термодинамические функции и параметры веществ и химических реакций. Стандартное состояние и стандартные термодинамические функции. Вычисление функций отклонения от стандартного состояния, понятие соответственного состояния. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса, температура инверсии. Методы расчета стандартной энергии Гиббса химической реакции. Зависимость изменения энергии Гиббса от температуры, уравнение и интегралы Шварцмана – Темкина. Методы расчета энтальпии химической реакции. Зависимость энтальпии реакции от температуры и давления.

Тема 3. Равновесие химических реакций. Равновесные соотношения в химических реакциях. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия. Представление констант равновесия для реакций в смеси идеальных газов. Расчет констант равновесия газозаменных реакций по термодинамическим данным. Равновесие для реальных газов. Приближенные методы расчета констант равновесия. Константы равновесия жидкофазных реакций. Экспериментальное определение констант равновесия. Расчет состава равновесных смесей для единственно обратимой реакции и для системы обратимых реакций. Связь термодинамики с кинетикой химического процесса.

Тема 4. Кинетика и кинетический анализ химических процессов. Скорость химической реакции как количественная характеристики динамики различных химических процессов. Скорость реакции в стехиометрически простых и сложных процессах. Кинетические уравнения химических процессов. Энергия активации. Влияние среды на скорость элементарных реакций. Составление кинетических уравнений с использованием схемы механизма химического процесса: методы Боденштейна – Семенова, Хориути – Темкина; метод графов. Медленные (лимитирующие) и быстрые стадии химического процесса. Ки-

нетический и термодинамический контроль химических реакций. Интегрирование кинетических уравнений простых и сложных реакций. Особенности кинетики реакций, протекающих в РИС. Связь механизма и кинетики реакции с селективностью. Методы обработки кинетических данных. Влияние температуры на состав продуктов, селективность и скорость реакции.

Тема 5. Растворители в химической технологии. Процессы химической технологии с использованием растворителей. Классификация растворителей. Свойства растворителей.

Тема 6. Реакторы в химической технологии. Классификация и основные характеристик и реакторов. Реакторы для проведения гомогенных газожидкостных реакций. Реакторы для проведения гомо- и гетерогенных жидкофазных реакций. Реакторы для проведения реакций в системе газ–жидкость. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором

Тема 7. Применение кинетических моделей для выбора и оптимизации условий проведения химических процессов. Выбор оптимальных условий реализации химического процесса. Удельная производительность идеальных реакторов в различных сочетаниях, влияние параметров процесса на удельную производительность. Зависимость селективности стехиометрически сложных реакций от концентрации реагентов и степени превращения. Влияние типа реактора и способа введения реагентов на селективность процесса. Влияние температуры на селективность процесса. Использование экономических критериев для оптимизации реакционных узлов.

4.2 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Тема 1. Характеристика химических процессов	4	4
2.	Тема 2. Термодинамический анализ химических процессов	4	
3.	Тема 3. Равновесие химических реакций	4	
4.	Тема 4. Кинетика и кинетический анализ химических процессов.	4	
5.	Тема 5. Растворители в химической технологии.	6	
6.	Тема 6. Реакторы в химической технологии.	6	
7.	Тема 7. Применение кинетических моделей для выбора и оптимизации условий проведения химических процессов	6	
Итого:		34	4

4.1 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Классификация химических реакций и характеристики реакционных смесей	2	4
2.	Теоретические основы энергетических расчетов	4	
3.	Расчеты составов равновесных смесей	4	
4.	Сложные превращения	4	
5.	Основные соотношения материальных балансов сложных химических превращений	4	

6.	Реакторы в химической технологии	4	
7.	Выбор и оптимизации условий проведения химических процессов	6	
8.	Экономические показатели производства	6	
Итого:		34	4

4.2 Лабораторные работы по дисциплине «Теоретические основы химических технологий» не предусмотрены учебным планом.

4.3 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Характеристика химических процессов	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами	16	24
2.	Термодинамический анализ химических процессов	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами	16	24
3.	Равновесие химических реакций	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и раз-	16	24

		вития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами		
4.	Кинетика и кинетический анализ химических процессов	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами	16	25
5.	Растворители в химической технологии	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами	16	25
6.	Реакторы в химической технологии	проработка конспектов лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами	16	25
7.	Применение кинети-	проработка конспектов	16	25

	ческих моделей для выбора и оптимизации условий проведения химических процессов	лекций, подготовка к проверочным работам в рамках текущего контроля, выполнение индивидуальных домашних заданий с целью закрепления теоретического материала, и развития навыков и умений, приобретаемых на аудиторных занятиях, работа с учебной литературой и интернет ресурсами		
Итого:			112	172

4.4 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Теоретические основы химических технологий» не предполагаются учебным планом.

5 Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса используются как традиционное обучение (технологии поддерживающего обучения), так и СОТ. Выбор технологии зависит от уровня базовых знаний в группе и от уровня мотивации к обучению как данной дисциплине, так и к процессу в общем.

Методы и формы обучения, используемые в учебном процессе:

- методы устного изложения: лекции, объяснения, беседы;
- наглядные методы: презентации, схемы, таблицы, рисунки, графики;
- интерактивные формы работы: интерактивные и проблемные лекции, лекции с заранее запланированными ошибками, учебные дискуссии, разборы конкретных ситуаций, «мозговой штурм», работа в малых группах;
- методы закрепления изучаемого материала: решение задач, работа с учебной литературой;
- методы самостоятельной работы: работа с учебной литературой, решение задач, подготовка конспектов, и выполнению заданий текущего контроля;
- методы проверки знаний: устные опросы, письменные экспресс- опросы , проверка индивидуальных домашних заданий, экзамен.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. М. Киселев. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 186 с. — ISBN 978-5-7937-1389-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102584.html> (дата обращения: 12.06.2023).
2. Дерюгина, О. П. Теория химических процессов органического и нефтехимического синтеза : учебное пособие / О. П. Дерюгина. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-9961-1263-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83734.html>
3. Илалдинов, И. З. Теория химико- технологических процессов органического синтеза : учебное пособие / И. З. Илалдинов, В. И. Гаврилов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-1237-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62305.html>

4. Корс, Л. Г. Некоторые производственные задачи в химии и химической технологии : учебно-практическое пособие / Л. Г. Корс, Н. В. Корс. — Калининград :Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2009. — 67 с. — Текст :электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:<https://www.iprbookshop.ru/23806.html>

5. Исследование равновесия в системах газ- жидкость. Теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико- технологических процессов :учебное пособие / Г. Г. Елиманова, Э. А. Каралин, Д. В. Ксенофонов [и др.]. —Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет,2016. — 88 с. — ISBN 978-5-7882-2070-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79296.html>

б) программное обеспечение и интернет ресурсы

1. Электронно- библиотечная система IPR books —научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPR books объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPR books отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPR books в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ Компьютерная справочная правовая система в России. Реализованы все современные возможности для поиска и работы с правовой информацией

2. ChemSynthesisChemSynthesis база данных о химических веществах. Содержит ссылки на вещества, их синтез и физические свойства. В доступе более чем 40000 соединений и более 45000 ссылок синтеза

3. <http://window.edu.ru/> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» содержит электронные версии учебных материалов из библиотек вузов различных регионов России, научная и методическая литература.

4. Мультитран Информационная справочная система «Электронные словари»

5. GoogleScholar Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин

6. <https://neftegaz.ru> Информационно- аналитический портал о топливно- энергетическом комплексе. Содержит оперативную информацию, новости, аналитику; материалы портала включают техническую библиотеку, информацию о технологиях, фото- банк, биографии.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной образовательной сети университета. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Internet и обеспечением доступа к электронной образовательной сети университета.

8. Оценочные средства по дисциплине

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Теоретические основы химических технологий»**

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	<p>Пороговый</p> <p>ОПК-1.1. Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2. Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимыми для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органоминеральных удобрений</p>	<p>знает:</p> <p>основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности.</p> <p>Строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимыми для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органоминеральных удобрений</p>

Основной		<p>Базовый</p> <p>ОПК-1.3. Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс</p> <p>ОПК-1.4. Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач</p> <p>ОПК-1.5. Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ</p> <p>ОПК-1.6. Уметь применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p>	<p>умеет:</p> <p>применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс</p> <p>Применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач</p> <p>Использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ</p> <p>Применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p>

Заключительный		<p>Высокий</p> <p>ОПК-1.7. Владеть способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>ОПК-1.8. Владеть навыками использования знаний основных понятий, законов и закономерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир</p> <p>ОПК-1.9. Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления</p> <p>ОПК-1.10. Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами</p> <p>ОПК-1.11. Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии</p> <p>ОПК-1.12. Владеть инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности</p>	<p>владеет:</p> <p>способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>Навыками использование знаний основных понятий, законов и закономерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир. Навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления. Навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии. Инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности</p>
----------------	--	---	--

Начальный	ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	Пороговый ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов	знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов
Основной		Базовый ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность	умеет: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность
Заключительный		Высокий ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	владеет: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ОПК-1.	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1. Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности ОПК-1.2. Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	5-й семестр

			<p>состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимыми для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органоминеральных удобрений</p> <p>ОПК-1.3. Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс</p> <p>ОПК-1.4. Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач</p> <p>ОПК-1.5. Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ</p> <p>ОПК-1.6. Уметь применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p> <p>ОПК-1.7. Владеть</p>		
--	--	--	---	--	--

			<p>способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>ОПК-1.8. Владеть навыками использование знаний основных понятий, законов и закономерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир.</p> <p>ОПК-1.9. Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления.</p> <p>ОПК-1.10. Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами.</p> <p>ОПК-1.11. Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии.</p> <p>ОПК-1.12. Владеть</p>		
--	--	--	---	--	--

			инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности		
2	ПК-1	ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции	<p>ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов</p> <p>ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность</p> <p>ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов</p>	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7	5-й семестр

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на	<p>ОПК-1.1. Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2. Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном со-</p>	<p>Знать: основные законы и понятия химии, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности</p> <p>Знать: строение различных классов химических соединений, основы теории хими-</p>	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Контрольная работа

	<p>знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>стоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимыми для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органо-минеральных удобрений ОПК-1.3. Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс ОПК-1.4. Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа информации, оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач ОПК-1.5. Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ ОПК-1.6. Уметь: применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе ОПК-1.7. Владеть</p>	<p>ческой связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов, необходимыми для применения естественнонаучных знаний в профессиональной деятельности; основные методы получения и анализа органо-минеральных удобрений Уметь: применять основные положения и методы химии при решении сложных комплексных профессиональных задач. Определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние различных факторов на процесс. Уметь: применять методы естественнонаучных дисциплин для сбора, обработки и анализа ин-</p>		
--	---	--	---	--	--

		<p>способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений</p> <p>ОПК-1.8. Владеть навыками использование знаний основных понятий, законов и закономерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир.</p> <p>ОПК-1.9. Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления.</p> <p>ОПК-1.10. Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами.</p> <p>ОПК-1.11. Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимым для профессиональной деятельности в области химической технологии.</p> <p>ОПК-1.12. Владеть</p>	<p>оценки перспективы ее использования с учетом решаемых профессиональных задач. Уметь: использовать основные методы аналитической химии для идентификации и определения химического состава веществ. Уметь применять стандартные операции для определения состава веществ и материалов на их основе</p> <p>Владеть способностью изучения и использования механизмов химических реакций на основании знаний о строении и свойствах органических соединений.</p> <p>Владеть навыками использование знаний основных понятий, законов и закономерностей физической химии о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, со-</p>	
--	--	---	--	--

		инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности	единений, веществ и материалов для изучения химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мир. Владеть навыками выбора и использование методов исследования коллоидных систем для изучения и разработки новых материалов и технологий их изготовления Владеть навыками решение инженерно-геометрических задач графическими способами Владеть теоретическими и экспериментальными навыками, необходимыми для профессиональной деятельности в области химической технологии Владеть инструментами и методами химического анализа в профессиональной деятельности		
2.	ПК-1. Способен использовать	ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и	Знать: основные химические	Тема 1. Тема.2 Тема 3.	Контрольная работа

	знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	
--	---	--	--	--	--

Перечень оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы химических технологий»

Комплект заданий для контрольной работы

Вопросы первого уровня сложности

(пороговый уровень)

1. Материальные расчеты химических реакций. Простые и сложные реакции.
2. Стехиометрически независимые реакции и ключевые вещества. Уравнения баланса. Классификация химических реакций и компонентов смеси. Стехиометрия и простых и сложных реакций.
3. Безразмерные характеристики баланса (степень конверсии, выходы, селективность).
4. Растворители, применяемые в органической технологии. Классификация растворителей.
5. Общая характеристика и области применения методов расчета свойств газов и жидкостей, участвующих в технологическом процессе.
6. Стандартное состояние вещества. Стандартные термодинамические функции.
7. Критические состояния и методы расчета критических температур, объема, давления.
8. Вычисление функций отклонения от идеального состояния. Коэффициент сжимаемости.

9. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса. Температура-инверсии.
10. Методы расчета стандартной энергии Гиббса.
11. Расчет зависимости изменения энергии Гиббса реакции от температуры.
12. Метод Шварцмана-Темкина. Методы расчета энтальпии химической реакции.
13. Метод структурных групп. Расчет зависимости энтальпии реакции от температуры и давления.
14. Химическое равновесие. Основные положения.
15. Первое и второе начало термодинамики.
16. Фугитивность и активность веществ.
17. Методы расчета констант равновесия химических реакций. Связь термодинамики с кинетикой химического процесса.
18. Скорость превращения веществ и скорость реакции
19. Параметры химической реакции. Параметры химического процесса.
20. Идеальный периодический реактор и его характеристическое уравнение.
21. Реактор идеального вытеснения и его характеристическое уравнение.
22. Реактор идеального смешения и его характеристическое уравнение.
23. Схема превращений, способы её подтверждения. Понятие механизма реакции.
24. Элементарные реакции, их механизм и кинетика.
25. Специфическая и неспецифическая сольватация.
26. Неэлементарные реакции, методы построения их кинетических уравнений из механизма для сложных реакций различных типов.
27. Метод маршрутов. Существование реагентов в различных формах, преобразование кинетических моделей.
28. Основы обработки экспериментальных данных. Интегральный и дифференциальный метод обработки кинетических данных.
29. Поиск констант уравнений методом наименьших квадратов (линейный метод).
30. Качественная и количественная оценка адекватности модели с опытом. Оценка доверительных интервалов найденных констант при обработке экспериментальных опытов.
31. Применение линейного метода для простых и обратимых реакций с одной и двумя неизвестными константами для процессов в периодических условиях и в потоке.
32. Удельная производительность идеальных реакторов и их сочетаний, выбор типа реакционных узлов.
33. Влияние параметров реакции на удельную производительность реакторов.
34. Селективность сложных реакций, зависимость её от концентрации реагентов, степени конверсии, соотношения реагентов, температуры реакции.
35. Выбор реакционных узлов и параметров реакции по критерию селективности.
36. Влияние на селективность и выход целевого продукта параметров процесса степени конверсии исходного реагента, начальных концентраций и способа введения исходных реагентов, температуры процесса и типа реактора.

Вопросы второго уровня сложности (базовый уровень)

1. Какие классы углеводов являются целевыми в процессе каталитического риформинга?
2. Какой олефин используют для алкилирования изобутана в процессе серноокислотного алкилирования?
3. Какой изоалкан используют в процессе серноокислотного алкилирования?

4. Какую роль может выполнять платина в составе цеолитсодержащего катализатора каталитического крекинга?
5. К нерегулируемым параметрам каталитического крекинга можно отнести?
6. Повышение октанового числа у бензинов при каталитическом риформинге происходит за счет?
7. Углеводородный радикал - это?
8. Выбрать размерность константы скорости реакции k , если порядок реакции $n=2$.
9. Целевые продукты пиролиза это?
10. Для приведенного ряда радикалов укажите наиболее активный радикал.
11. В процессе пиролиза увеличение давления влечет увеличение скорости реакций.
12. Для уравнения $A+2B \rightarrow C+D$ напишите закон действующих масс.
13. Укажите реакцию образования кокса.
14. Радикалы не вступают в реакции.
15. Предэкспоненциальный множитель характеризует.
16. К сырью каталитического риформинга предъявляют жесткие требования.
17. В процессе каталитического риформинга преобладают химические реакции, протекающие по?
18. В процессе получения МТБЭ в качестве углеводородного сырья используется изобутилен, а реакция конденсации происходит в присутствии?
19. Целевым продуктом процесса каталитического риформинга является?
20. Сущность процесса гидроочистки заключается в?
21. Сырьем установки гидроочистки являются?
22. Назначение процесса пиролиза?
23. Назначение процесса термического крекинга дистилятного сырья?
24. Назначение процесса висбрекинга?
25. Карбоний-ион - это?
26. Какие существуют стадии карбонизации в термодеструктивных процессах?
27. В чем отличие смол от асфальтенов?
28. Какие растворители и почему высаждают асфальтены, а какие, наоборот, растворяют?
29. Что понимается под мезофазой?

Вопросы третьего уровня сложности (высокий уровень)

Раздел 1. Химизм и механизм превращения углеводородов при термоллизе

1. Основные способы разрыва (образования) химических связей в углеводородах.
2. Уравнение закона действующих масс. Уравнение Аррениуса.
3. Промежуточная частица, образующаяся при гомолитическом разрыве связи.
4. Промежуточная частица, образующаяся при гетеролитическом разрыве связи.
5. Понятие радикала. Основные свойства радикалов.
6. По какой связи происходит разрыв в радикале. Характерные реакции радикалов.

Раздел 2. Химизм и механизм образования углеводородов при катализе.

1. Что такое гетеролитический разрыв?
2. Классификация каталитических реакций.
3. Что понимают под карбоний-ионом? Классификация образования карбоний-ионов по механизму.
4. Отличие классического способа образования карбоний-ионов от неклассического.
5. Кислоты и основания по Бренстеду. Кислоты и основания по Льюису. Теории Бренстеда и Льюиса.
6. Понятие катализатора. Необходимые условия для катализа. Свойства катализатора.

Раздел 3. Химизм и механизм бифункционального катализа.

1. Что понимают под каталитическим риформингом?
2. Основные реакции, протекающие при каталитическом риформинге.

3. Что понимают под каталитической изомеризацией?
4. Для чего предназначен процесс гидроочистки?
5. Отличие гидроочистки от гидрокрекинга.
6. Различия между гомолитическим, гетеролитическим и функциональным катализом.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации «экзамен»

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой из катализаторов применяется в процессе каталитического алкилирования на большинстве российских НПЗ?	1. Pt; 2. HF; 3. цеолит; 4. H ₂ SO ₄ ;
2.	Какой из каталитических процессов относят к бифункциональным?	1. производство водорода; 2. каталитический риформинг; 3. производство МТБЭ; 4. каталитический крекинг;
3.	Общая эмпирическая формула цеолитов в дегидрированной форме может быть записана следующим образом:	1. $Me_{2/x} \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2$ 2. $Me_2 \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2$ 3. $Me_x \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2$ 4. $Me_{2/x} \cdot Al_2O_3$
4.	В реакциях гидрирования-дегидрирования наибольшую активность проявляет:	1. Re; 2. Pt; 3. цеолит; 4. алюмосиликат;
5.	Какую роль может выполнять платина в составе цеолитсодержащего катализатора каталитического крекинга?	1. в качестве промотора для повышения октанового числа бензинов; 2. в качестве ингибитора реакций газообразования; 3. в качестве пассиватора металлов; 4. в качестве промотора, интенсифицирующего регенерацию закоксованного катализатора.
6.	Что является активным компонентом катализатора крекинга?	1. цеолит; 2. алюмосиликат; 3. Al ₂ O ₃ ; 4. Pt;
7.	Снижение активности катализатора или дезактивация может быть как химиче-	1. разрушение катализатора; 2. спекания из-за повышенной темпе-

	ской так и физической. Какие факторы влияют на физическую дезактивацию?	ратуры; 3. адсорбцией металлических соединений; 4. изменение формы;
8.	Какая побочная реакция в процессе алкилирования ведет к снижению крепости гомогенного катализатора H_2SO_4 :	1. деалкилирование; 2. полимеризации; 3. крекинга; 4. образования SO_2 ;
9.	Какие катализаторы используются при замедленном коксовании?	1. шариковые; 2. алюмосиликатные; 3. Цеокар-2; 4. отсутствие катализаторов;
10.	В процессе каталитического риформинга преобладают химические реакции протекающие по:	1. по ионному катализу; 2. по электронному катализу; 3. бифункциональному катализу; 4. по свободно-радикальному механизму.
11.	В процессе получения МТБЭ в качестве углеводородного сырья используется изобутилен, а реакция конденсации происходит в присутствии	1. H_3PO_4 ; 2. C_4H_9OH ; 3. CH_3OH ; 4. H_2SO_4 ;
12.	Какие существуют марки цеолитов?	1. A,X,Y, T, L 2. A,X,Y, T, P 3. A,X,Y, T, M 4. A,X,Y, T, N
13.	Как называется количество продукта, образующегося в единицу времени на единицу объема катализатора или реактора?	1. селективность катализатора 2. активность катализатора 3. объем катализатора 4. стабильность катализатора
14.	Какие вещества добавляют для повышения устойчивости катализатора?	1. обладающие каталитической активностью, но заметно уменьшающие скорость рекристаллизации активного компонента катализатора 2. обладающие каталитической активностью, но заметно увеличивающие скорость рекристаллизации активного компонента катализатора 3. не обладающие каталитической активностью, но заметно увеличивающие скорость рекристаллизации активного компонента катализатора 4. не обладающие каталитической активностью, но заметно уменьшающие скорость рекристаллизации активного компонента катализатора
15.	Какие бывают типы каталитических реакций по характеру химического взаимодействия катализатора с реагирующими веществами?	1. Кислотно-основные 2. Окислительно-восстановительные 3. Бифункциональные 4. Все ответы верны
16.	Как называется способность сохранять активность катализатора во времени?	1. селективность катализатора 2. активность катализатора 3. объем катализатора

		4. стабильность катализатора
17.	Как называется химический состав алюмосиликатов описывается соотношением $SiO_2 : Al_2O_3$?	1. Алюминиевый модуль 2. Алюмосиликатный модуль 3. Силикатный модуль 4. нет правильного ответа
18.	Что входит в состав промышленных катализаторов? 1. Матрица 2. Цеолит 3. Вспомогательные добавки	1. 2 2. 1, 2 3. 2, 3 4. 1, 2, 3
19.	Что такое селективность катализатора?	1. доля прореагировавших исходных веществ, превращаемая в присутствии данного катализатора в целевой продукт 2. количество продукта, образующегося в единицу времени на единицу объема катализатора или реактора 3. доля непрореагировавших исходных веществ, превращаемая в присутствии данного катализатора в целевой продукт 4. количество продукта, образующегося за все время в единицу объема катализатора или реактора
20	При одинаковом строении устойчивость относительно гидрирования возрастает в ряду	1. сероорганические-кислородорганические - азоторганические 2. азоторганические - сероорганические - кислородорганические 3. кислородорганические - азоторганические – сероорганические 4. азоторганические-кислородорганические- сероорганические

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какие алюмосиликаты имеют максимальную активность при каталитическом крекинге?	1. Природные активированные алюмосиликаты 2. Синтетические кристаллические алюмосиликаты 3. Синтетические активированные алюмосиликаты 4. синтетический аморфный алюмосиликат
2.	Какое вещество относится к кислотам Льюиса?	1. цеолит; 2. алюмосиликат; 3. H_2SO_4 ; 4. 1,2;
3.	Укажите реакцию образования кокса:	1. ПЦА→смолы→асфальтены→кокс; 2. Смолы→асфальтены→ПЦА→кокс; 3. Смолы→ПЦА→асфальтены→кокс;

		4. Асфальтены→смолы→ПЦА→кокс;
4.	В реакциях гидрирования-дегидрирования наибольшую активность проявляет:	1. Re; 2. Pt; 3. цеолит; 4. алюмосиликат;
5.	Какую роль может выполнять платина в составе цеолитсодержащего катализатора каталитического крекинга?	1. в качестве промотора для повышения октанового числа бензинов; 2. в качестве ингибитора реакций газообразования; 3. в качестве пассиватора металлов; 4. в качестве промотора, интенсифицирующего регенерацию закоксованного катализатора.
6.	Что является активным компонентом катализатора крекинга?	1. цеолит; 2. алюмосиликат; 3. Al ₂ O ₃ ; 4. Pt;
7.	Снижение активности катализатора или дезактивация может быть как химической так и физической. Какие факторы влияют на физическую дезактивацию?	1. разрушение катализатора; 2. спекания из-за повышенной температуры; 3. адсорбцией металлических соединений; 4. изменение формы;
8.	Какие классы углеводородов обладают наибольшей основностью?	1. парафины; 2. изопарафины; 3. олефины; 4. арены.
9.	Какая из нижеприведенных систем обладает наибольшей кислотностью по Гаммету?	1. аморфный алюмосиликат; 2. оксид алюминия; 3. 90%-ный раствор серной кислоты; 4. цеолит;
10.	В процессе каталитического риформинга преобладают химические реакции протекающие по:	1. по ионному катализу; 2. по электронному катализу; 3. бифункциональному катализу; 4. по свободно-радикальному механизму.
11.	В процессе получения МТБЭ в качестве углеводородного сырья используется изобутилен, а реакция конденсации происходит в присутствии	1. H ₃ PO ₄ ; 2. C ₄ H ₉ OH; 3. CH ₃ OH; 4. H ₂ SO ₄ ;
12.	По определению Бренстеда кислота – это:	1. донор протона; 2. акцептор протона; 3. донор электронной пары; 4. акцептор электронной пары.
13.	Как называется количество продукта, образующегося в единицу времени на единицу объема катализатора или реактора?	1. селективность катализатора 2. активность катализатора 3. объем катализатора 4. стабильность катализатора
14.	Какое вещество относится к кислотам Бренстеда?	1. Al ₂ O ₃ ; 2. AlCl ₃ ; 3. HCl;

		4. алюмосиликат;
15.	Какие бывают типы каталитических реакций по характеру химического взаимодействия катализатора с реагирующими веществами?	1. Кислотно-основные 2. Окислительно-восстановительные 3. Бифункциональные 4. Все ответы верны
16.	Расположить по мере увеличения основности? 1) парафины; 2) олефины; 3) циклопарафины; 4) арены; 5) изопарафины.	1. 1, 5, 3, 4, 2; 2. 2, 5, 3, 4, 1; 3. 3, 5, 1, 4, 2; 4. 4, 5, 3, 1, 2;
17.	В соответствии с протонной теорией Бренстеда, донорами протонов являются	1. кислоты 2. основания 3. кислоты и основания 4. нет правильного ответа
18.	Что входит в состав промышленных катализаторов? 1. Матрица 2. Цеолит 3. Вспомогательные добавки	1. 2 2. 1, 2 3. 2, 3 4. 1, 2, 3
19.	В соответствии с протонной теорией Бренстеда, акцепторами протонов являются ...	1. кислоты 2. основания 3. кислоты и основания 4. нет правильного ответа
20	Активные центры катализаторов процесса каталитического крекинга представлены:	1. кислотами Бренстеда; 2. кислотами Льюиса; 3. гидрирующими-дегидрирующими центрами; 4. кислотами Бренстеда и Льюиса;

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Целевые продукты пиролиза это:	1. Бутен-1; 2. Этан и пропан; 3. Изопарафины; 4. Этилен и пропилен;
2.	Какой из перечисленных углеводородов обеспечит наибольший выход целевых продуктов при пиролизе?	1. Пропан; 2. Изобутан; 3. Циклогексан; 4. Бутилен;
3.	Укажите реакцию образования кокса:	1. ПЦА→смолы→асфальтены→кокс; 2. Смолы→асфальтены→ПЦА→кокс; 3. Смолы→ПЦА→асфальтены→кокс; 4. Асфальтены→смолы→ПЦА→кокс;
4.	Что является движущей силой химических процессов?	1. Разность давлений; 2. Разность химических потенциалов; 3. Разность температур; 4. Разность концентраций.
5.	Назовите продукты вторичных реакций в процессе пиролиза газового сырья:	1. бензол; 2. $C = C$; 3. $C = C - C$;

		4. ацетилен.
6.	Что является активным компонентом катализатора крекинга?	1. цеолит; 2. алюмосиликат; 3. Al_2O_3 ; 4. Pt;
7.	Снижение активности катализатора или дезактивация может быть как химической так и физической. Какие факторы влияют на физическую дезактивацию?	1. разрушение катализатора; 2. спекания из-за повышенной температуры; 3. адсорбцией металлических соединений; 4. изменение формы;
8.	Какие классы углеводородов обладают наибольшей основностью?	1. парафины; 2. изопарафины; 3. олефины; 4. арены.
9.	Какая из нижеприведенных систем обладает наибольшей кислотностью по Гаммету?	1. аморфный алюмосиликат; 2. оксид алюминия; 3. 90%-ный раствор серной кислоты; 4. цеолит;
10.	Какой олефин используют для алкилирования изобутана в процессе сернокислотного алкилирования?	1. этилен; 2. пропен; 3. бутен; 4. пентен;
11.	Какой изоалкан используют в процессе сернокислотного алкилирования?	1. изооктан. 2. изобутан; 3. изопентан; 4. изогексан;
12.	По определению Бренстеда кислота – это:	1. донор протона; 2. акцептор протона; 3. донор электронной пары; 4. акцептор электронной пары.
13.	В каком процессе идет реакция переноса водорода?	1. каталитического риформинга; 2. гидрокрекинга; 3. термического крекинга; 4. каталитического крекинга;
14.	Образование какого из этих продуктов является характерным при пиролизе?	1. метан; 2. этилен; 3. циклогексан; 4. этан;
15.	Какие бывают типы каталитических реакций по характеру химического взаимодействия катализатора с реагирующими веществами?	1. Кислотно-основные 2. Окислительно-восстановительные 3. Бифункциональные 4. Все ответы верны
16.	Какие углеводороды вступают в реакцию перераспределения водорода в процессе каталитического крекинга?	1. алканы и алкены; 2. алканы и арены; 3. алкены и циклоалканы 4. алканы и циклоалканы;
17.	Какие углеводороды образуются в результате реакции перераспределения водорода в процессе каталитического крекинга?	1. алканы и алкены; 2. алканы и арены; 3. алкены и циклоалканы; 4. алканы и циклоалканы;
18.	Какие классы углеводородов являются	1. изопарафины;

	целевыми в процессе каталитического риформинга?	2. арены; 3. нафтены; 4. олефины;
19.	Для чего необходимо избыточное давление водорода в процессе гидроочистки	1. для гидрирования олефинов и аренов 2. для предотвращения закоксовывания катализатора 3. для гидрогенолиза гетероорганических соединений; 4. 1,2,3
20	Реакция гидрокрекинга является	1. экзотермической 2. эндотермической 3. ни той, ни другой 4. экзотермической или эндотермической в зависимости от фракционного состава сырья

**Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации
«экзамен»**

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными

возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			

Лист дополнений к рабочей программе

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

И.О. Фамилия

« _____ » _____ 202__ г.

Список литературы к рабочей программе дисциплины
 _____ направление подготовки/специальность
 _____ по состоянию на « _____ » _____ 20__ г.

Основная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Дополнительная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Преподаватель _____
 (подпись) (И.О.Ф.)