

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный Г.И.

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 23.08.2023 13:57:58

Уникальный программный ключ:

476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Самарский государственный технический университет»**

(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО  
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

\_\_\_\_\_ / Г.И. Заболотни

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.О.03.06 «Катализ в химической технологии»

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	108 / 3
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет

## **Б1.О.03.06 «Катализ в химической технологии»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических  
наук

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

О.В Хабибрахманова

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель методического совета  
факультета / института (или учебно-  
методической комиссии)

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной  
программы

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
4.1 Содержание лекционных занятий .....	6
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	8
4.3 Содержание практических занятий .....	8
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	9
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	11
9. Методические материалы .....	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	14

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Естественно-научная подготовка	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-1.3 Применяет знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире в профессиональной деятельности	Владеть знаниями основных закономерностей каталитических процессов в химии, нефтехимии и нефтепереработке; навыками определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа химического производства
			Знать строение веществ, природу химической связи и свойства различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов химической технологии; основные понятия и соотношения каталитических процессов химической технологии
			Уметь проводить технологические расчеты каталитических процессов в химической технологии; анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в катализе химических производств

Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	Владеть навыками использования теоретических основ катализа для решения задач профессиональной деятельности; методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов
			Знать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач в области каталитических процессов химической технологии; методики анализа каталитических процессов в химической технологии
			Уметь составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика	Коллоидная химия	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Информатика и информационные технологии; Математика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Основы технического регулирования и управления качеством; Прикладная механика; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физика; Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии; Электротехника и электроника	Инструментальные методы химического анализа; Коллоидная химия; Материальные и тепловые расчеты	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	76	76
подготовка к зачету	8	8
подготовка к практическим занятиям	16	16
составление конспектов	52	52
<b>Итого: час</b>	108	108
<b>Итого: з.е.</b>	3	3

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Теоретические основы катализа	4	0	6	20	30
2	Носители катализаторов	4	0	4	22	30
3	Каталитические процессы химической технологии	8	0	6	34	48
	<b>Итого</b>	16	0	16	76	108

**4.1 Содержание лекционных занятий**

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>5 семестр</b>				

1	Теоретические основы катализа	Общие положения катализа	Общие положения катализа. Основные понятия и термины катализа. Определение катализа и катализатора. Сущность каталитического действия. Роль катализа в развитии химической промышленности. Классификация каталитических процессов химических производств.	2
2	Теоретические основы катализа	Классификация катализаторов	Классификация катализаторов. Типы каталитических систем. Стадии каталитической реакции. Понятие о каталитическом цикле.	2
3	Носители катализаторов	Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов	Строение поверхности оксида алюминия. Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов. Классификация гидроксидов и оксидов алюминия. Методы исследования катализаторов.	2
4	Носители катализаторов	Характеристика и способы производства основных носителей	Методы получения катализаторов. Характеристика методов получения катализаторов, состав, типы катализаторов, способы синтеза. Катализаторы на носителях, получаемые методом пропитки. Характеристика и способы производства основных носителей	2
5	Каталитические процессы химической технологии	Основные каталитические процессы химической технологии	Важнейшие каталитические процессы химической технологии. Методы измерения каталитической активности катализаторов. Форма и размер гранул катализаторов. Механическая прочность катализаторов. Деактивация катализаторов в результате блокировки и спекания. Отравление катализатора. Регенерация контактных масс. Достижения и прогнозы развития катализа в химической технологии.	2
6	Каталитические процессы химической технологии	Основные каталитические процессы химической технологии	Изомеризация. Гидрирование, дегидрирование. Этерификация. Алкилирование. Катализаторы алкилирования.	2
7	Каталитические процессы химической технологии	Основные каталитические процессы химической технологии	Каталитическое окисление. Основы процесса. Катализаторы окисления. Условия протекания процесса окисления. Конденсация.	2
8	Каталитические процессы химической технологии	Основные каталитические процессы химической технологии	Катализаторы синтеза аммиака. Катализаторы для производства мономеров СК.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

## 4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>5 семестр</b>				
1	Теоретические основы катализа	Виды катализа. Теоретические основы катализа	Общие закономерности катализа. Катализ и термодинамика. Изменение потенциальной энергии химической системы. Основные принципы катализа	2
2	Теоретические основы катализа	Общие понятия и закономерности гетерогенного катализа	Классификация катализа и катализаторов. Особенности гетерогенного катализа. Стадии гетерогенно-каталитических реакций.	2
3	Теоретические основы катализа	Стадии каталитической реакции	Эффективная внешняя диффузия. Диффузия реагентов в поры катализатора. Хемосорбированная адсорбция одного или нескольких компонентов реакционной смеси на поверхности катализатора. Химическая реакция на поверхности катализатора. Десорбция продуктов катализа	2
4	Носители катализаторов	Методы исследования катализаторов	Методы исследования катализаторов на активность, механическую прочность и стабильность в работе. Особенности определения активности катализатора	2
5	Носители катализаторов	Характеристика и способы производства основных носителей	Требования к материалам, используемым в качестве носителей. Производство алюмосиликатных катализаторов. Методы пропитки в производстве катализаторов	2
6	Каталитические процессы химической технологии	Каталитическое окисление	Катализаторы окисления. Каталитическое окисление общие принципы. Селективное окисление. Основные промышленные процессы	2
7	Каталитические процессы химической технологии	Характеристика основных катализаторов химических производств	Сырье для производства катализаторов. Способы производства катализаторов. Характеристика основных катализаторов химических производств	2
8	Каталитические процессы химической технологии	Технология производства основных катализаторов нефтехимии и нефтепереработки	Основные виды катализаторов, используемых в нефтехимии. Катализаторы как центральный элемент нефтеперерабатывающей отрасли.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>



Итого: 16

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>5 семестр</b>			
Теоретические основы катализа	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Общие сведения о катализе и катализаторах. Активность контактных масс. Каталитические процессы в газах. Каталитические процессы в жидкой фазе.	14
Теоретические основы катализа	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	6
Носители катализаторов	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных реакторах. Модели структуры катализаторов. Пористая структура контактных масс и ее роль в катализе. Катализаторы на носителях получаемые методом пропитки. Характеристика и способы производства важнейших носителей.	18
Носители катализаторов	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	4
Каталитические процессы химической технологии	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Технологические характеристики твердых катализаторов. Требования к промышленным катализаторов. Физико-химические основы каталитических процессов. Важнейшие каталитические процессы в промышленности.	28
Каталитические процессы химической технологии	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения практического занятия, оформление отчета	6
<b>Итого за семестр:</b>			<b>76</b>
<b>Итого:</b>			<b>76</b>

#### 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Алкилирование спиртов олефинами. Получение топливных оксигенатов; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 111750">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 111750</a>	Электронный ресурс
2	Катализ в нефтепереработке и нефтехимии : курс лекций / Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа; сост. Н. Н. Томина.- Самара, 2014.- 97 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2165">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2165</a>	Электронный ресурс
3	Катализ в процессах (со)полимеризации и (со)поликонденсации; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 61975">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 61975</a>	Электронный ресурс
4	Катализ в химической технологии : учеб. пособие / Н. Н. Томина [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2017.- 373 с.	Электронный ресурс
5	Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 100689">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 100689</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
6	Кинетика гетерогенных и каталитических реакций; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 79302">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 79302</a>	Электронный ресурс
7	Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки; <b>ХИМИЗДАТ</b> , 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 67346">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 67346</a>	Электронный ресурс
8	Технология органических веществ. Изомеризация, алкилирование, конденсация, гидратация : учеб. пособие / С. В. Леванова [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Технология органического и нефтехимического синтеза.- Самара, 2016.- 247 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2660">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 2660</a>	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows 8.1 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

2	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное
4	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
5	Математическое программное обеспечение Mathcad	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
6	Программное обеспечение для программирования, численных расчетов и визуализации результатов Matlab	ЗАО «СофтЛайн Трейд» (Зарубежный)	Лицензионное
7	RPMS (Система моделирования нефтеперерабатывающего и нефтехимического производства)	Подразделение промышленной автоматизации Honeywell (Зарубежный)	Лицензионное

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	РОСПАТЕНТ	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	Ресурсы открытого доступа
2	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
3	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Обучающие энциклопедии. Химия	<a href="http://school-sector.relarn.ru/nsm/">http://school-sector.relarn.ru/nsm/</a>	Ресурсы открытого доступа
5	консультационный центр Matlab и Simulink	<a href="http://matlab.exponenta.ru">http://matlab.exponenta.ru</a>	Ресурсы открытого доступа

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

### Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран,

проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 27 ученических парт, стол и стул для преподавателя, тумба, доска.

#### **Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 14 ученических столов, 28 ученических стульев, стол и стул для преподавателя, доска.

#### **Лабораторные занятия**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### **Самостоятельная работа**

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ и специализированной мебелью.

## **9. Методические материалы**

### **Методические рекомендации при работе на лекции**

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплён в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места,

проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

## Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## **10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.О.03.06 «Катализ в химической технологии»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	108 / 3
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Естественно-научная подготовка	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-1.3 Применяет знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире в профессиональной деятельности	Владеть знаниями основных закономерностей каталитических процессов в химии, нефтехимии и нефтепереработке; навыками определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа химического производства
			Знать строение веществ, природу химической связи и свойства различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов химической технологии; основные понятия и соотношения каталитических процессов химической технологии
			Уметь проводить технологические расчеты каталитических процессов в химической технологии; анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в катализе химических производств



Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	Владеть навыками использования теоретических основ катализа для решения задач профессиональной деятельности; методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов
			Знать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач в области каталитических процессов химической технологии; методики анализа каталитических процессов в химической технологии
			Уметь составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа

### Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
<b>Теоретические основы катализа</b>				
ОПК-1.3 Применяет знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире в профессиональной деятельности	<b>Владеть</b> знаниями основных закономерностей каталитических процессов в химии, нефтехимии и нефтепереработке; навыками определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа химического производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Уметь</b> проводить технологические расчеты каталитических процессов в химической технологии; анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в катализе химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> строение веществ, природу химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов химической технологии; основные понятия и соотношения каталитических процессов химической технологии	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да

ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	<b>Уметь</b> составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Знать</b> математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач в области каталитических процессов химической технологии; методики анализа каталитических процессов в химической технологии	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> навыками использования теоретических основ катализа для решения задач профессиональной деятельности; методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Носители катализаторов</b>				
ОПК-1.3 Применяет знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире в профессиональной деятельности	<b>Знать</b> строение веществ, природу химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов химической технологии; основные понятия и соотношения каталитических процессов химической технологии	Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> знаниями основных закономерностей каталитических процессов в химии, нефтехимии и нефтепереработке; навыками определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа химического производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		<b>Уметь</b> проводить технологические расчеты каталитических процессов в химической технологии; анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в катализе химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да
	Вопросы к зачету		Нет	Да
	ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать</b> математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач в области каталитических процессов химической технологии; методики анализа каталитических процессов в химической технологии	Устный опрос	Да
Вопросы к зачету			Нет	Да

	<b>Уметь</b> составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками использования теоретических основ катализа для решения задач профессиональной деятельности; методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
<b>Каталитические процессы химической технологии</b>				
ОПК-1.3 Применяет знания механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире в профессиональной деятельности	<b>Уметь</b> проводить технологические расчеты каталитических процессов в химической технологии; анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в катализе химических производств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		Тестовые задания	Да	Нет
	<b>Знать</b> строение веществ, природу химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов химической технологии; основные понятия и соотношения каталитических процессов химической технологии	Тестовые задания	Да	Нет
		Устный опрос	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	<b>Владеть</b> знаниями основных закономерностей каталитических процессов в химии, нефтехимии и нефтепереработке; навыками определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа химического производства	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		Тестовые задания	Да	Нет
	ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать</b> математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач в области каталитических процессов химической технологии; методики анализа каталитических процессов в химической технологии	Тестовые задания	Да
Устный опрос			Да	Нет
Вопросы к зачету			Нет	Да
<b>Владеть</b> навыками использования теоретических основ катализа для решения задач профессиональной деятельности; методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов		Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		Тестовые задания	Да	Нет
<b>Уметь</b> составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа		Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		Тестовые задания	Да	Нет

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.**

## **Формы текущего контроля успеваемости**

### **Примерные вопросы к практическим занятиям**

#### **Практическое занятие 1. Виды катализа. Теоретические основы катализа**

1. Роль катализа в развитии химической промышленности
2. Классификация каталитических процессов
3. Активность, селективность и удельная поверхность гетерогенных катализаторов
4. Стадии каталитической реакции
5. Мультиплетная теория катализа Баландина
6. Теория активных ансамблей Кобозева
7. Теория активных центров Тейлора
8. Цепная теория катализа Семенова Н. Н. и Воеводского В. В.

#### **Практическое занятие 2. Общие понятия и закономерности гетерогенного катализа**

1. Преимущества гетерогенного катализа перед гомогенным
2. Гетерогенные катализаторы, используемые в промышленности. Требования к ним
3. Методы синтеза и приготовления катализаторов и носителей
4. Группы катализаторов по методам синтеза и приготовления
5. Имобилизованные катализаторы
6. Кислотно-основный гетерогенный катализ
7. Гетерогенный катализ на переходных металлах и их соединениях
8. Стадии гетерогенно-каталитического процесса

#### **Практическое занятие 3. Стадии каталитической реакции**

1. Краткая характеристика каталитических реакций
2. Эффективная внешняя диффузия реагентов из ядра потока к поверхности зёрен катализатора (внешняя диффузия)
3. Диффузия реагентов в поры катализатора (внутренняя диффузия)
4. Хемосорбированная адсорбция одного или нескольких компонентов реакционной смеси на поверхности катализатора
5. Химическая реакция на поверхности катализатор
6. Десорбция продуктов катализа (и регенерация активного центра катализатора)
7. Диффузия продуктов катализа в порах катализатора

#### **Практическое занятие 4. Методы исследования катализаторов**

1. Лабораторные исследования промышленных катализаторов
2. Методы определения активности катализаторов
3. Статистический и проточный методы исследования
4. Методы изучения кинетики реакций во взвешенном слое катализатора

5. Импульсные методы исследования активности катализатора
6. Методы определения поверхности по изотермам адсорбции
7. Определение механической прочности катализаторов

#### **Практическое занятие 5. Характеристика и способы производства основных носителей**

1. Роль носителей в катализаторах
2. Требования к носителям
3. Носители гетерогенных катализаторов
4. Геометрические формы носителей
5. Оценка термической стабильности носителя
6. Основные синтетические носители
7. Природные минералы, используемые в качестве носителей
8. Физико-химические свойства основных синтетических и природных носителей
9. Получение носителей на основе оксида алюминия
10. Получение носителей на основе диоксида титана

#### **Практическое занятие 6. Каталитическое окисление. Катализаторы окисления**

1. Каталитическое окисление: общие принципы
2. Процессы каталитического окисления двух классов: полное и парциальное окисление
3. Катализаторы окисления
4. Активность катализаторов окисления
5. Механизм Марса-ван Кревелена
6. Зависимость скорости окисления от различных параметров
7. Селективность окисления

#### **Практическое занятие 7. Характеристика основных катализаторов химических производств**

1. Основные параметры катализаторов
2. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам
3. Главные свойства катализаторов
4. Основные характеристики катализаторов: активность, селективность, стабильность.
5. Активные центры катализаторов
6. Промотирование катализаторов. Некоторые типы промоторов
7. Катализаторы основных процессов нефтехимии и нефтепереработки
8. Синтез катализаторов

#### **Практическое занятие 8. Технология производства основных катализаторов нефтехимии**

1. Катализаторы, получаемые механическим смешением компонентов
2. Плавленные и скелетные контактные массы
3. Катализаторы на основе природных глин, цеолитов, ионообменных смол
4. Характеристика методов пропитки и осаждения – соосаждения
5. Катализаторы, получаемые методом пропитки
6. Плавленные и скелетные контактные массы

## 7. Катализаторы, получаемые методом смешения

### Примерные тестовые задания

1. Катализаторы – это вещества, которые:
  - 1) ускоряют химическую реакцию, но сами в ней не расходуются;
  - 2) ускоряют химическую реакцию и расходуются в результате ее протекания;
  - 3) замедляют химическую реакцию и сами в ней не расходуются;
  - 4) замедляют химическую реакцию и расходуются при ее протекании.
2. Катализатор в случае обратимой реакции:
  - 1) изменяет скорость только прямой реакции;
  - 2) изменяет скорость только обратной реакции;
  - 3) в одинаковой мере изменяет скорость как прямой, так и обратной реакции;
  - 4) не влияет на скорость прямой и обратной реакции.
3. Скорость реакции в случае гомогенного катализа:
  - 1) не зависит от концентрации катализатора;
  - 2) уменьшается при повышении концентрации катализатора;
  - 3) возрастает при повышении концентрации катализатора;
  - 4) зависит от концентрации активных центров на поверхности катализатора.
4. Скорость реакции в случае гетерогенного катализа:
  - 1) зависит от площади катализатора;
  - 2) зависит от концентрации катализатора;
  - 3) зависит от числа активных центров на поверхности катализатора;
  - 4) зависит от цвета катализатора.
5. Каталитической не может быть реакция:
  - 1) разложения;
  - 2) соединения;
  - 3) ионного обмена, протекающая в водном растворе между сильными электролитами;
  - 4) окислительно-восстановительная.
6. Укажите схемы каталитических реакций:
  - 1)  $\text{NaOH}_{(p-p)} + \text{HCl}_{(p-p)} \rightarrow$
  - 2)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
  - 3)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
  - 4)  $\text{CH}_3\text{-C(O)-O-CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
7. Скорость реакции при гетерогенном катализе зависит от:
  - 1) площади поверхности твердого катализатора;
  - 2) количества активных центров на поверхности катализатора;
  - 3) цвета и формы катализатора;
  - 4) концентрации твердого катализатора.
8. При гомогенном катализе:
  - 1) исходные вещества адсорбируются на поверхности катализатора;
  - 2) молекулы катализатора взаимодействуют с молекулами одного из исходных веществ, образуя нестойкое промежуточное соединение;
  - 3) скорость реакции зависит от концентрации катализатора в реакционной системе;
  - 4) катализатор расходуется ко времени окончания реакции.
9. Ингибиторы – это:
  - 1) вещества, уменьшающие скорость химической реакции;
  - 2) каталитические яды;
  - 3) вещества, не влияющие на скорость химической реакции;

- 4) вещества, увеличивающие время протекания химической реакции до наступления равновесия.
10. Вещества, усиливающие действие катализаторов, называются:
- 1) ингибиторами;
  - 2) активаторами;
  - 3) стабилизаторами;
  - 4) промоторами.
11. Антиоксидантами называются:
- 1) вещества, уменьшающие скорость процесса окисления;
  - 2) вещества, способствующие интенсификации процессов окисления;
  - 3) ингибиторы, влияющие на протекание процессов окисления;
  - 4) вещества, не способные взаимодействовать с кислородом.
12. Автокаталитическими называются такие реакции, в которых:
- 1) в роли катализатора выступает один из реагентов;
  - 2) в роли катализатора выступает один из продуктов реакции;
  - 3) скорость реакции возрастает за счет действия какого – нибудь внешнего фактора;
  - 4) скорость реакции все время находится на высоком уровне и не зависит от действия внешних и внутренних факторов.
13. Соответствующим образом подобранный катализатор может ускорить:
- 1) любую химическую реакцию;
  - 2) как прямую, так и обратную реакцию, способную протекать при данных условиях;
  - 3) только термодинамически возможные, при данных условиях, реакции, которые сопровождаются уменьшением свободной энергии Гиббса ( $\Delta G < 0$ );
  - 4) только те реакции, которые сопровождаются возрастанием при данных условиях свободной энергии Гиббса ( $\Delta G > 0$ ).
14. Характерной особенностью катализа является то, что:
- 1) содержание катализатора в реакционной смеси по сравнению с количествами исходных веществ должно быть во много раз больше;
  - 2) химическое количество катализатора в реакционной смеси должно быть примерно одинаковыми с химическим количеством исходных веществ;
  - 3) содержание катализатора в реакционной смеси должно быть значительно меньше, чем химические количества исходных веществ;
  - 4) скорость каталитической реакции всегда не зависит от количества катализатора, присутствующего в реакционной смеси.
15. Селективные катализаторы, в отличие от обычных:
- 1) могут изменять скорость реакции только при строго определённых условиях;
  - 2) могут изменять скорость реакции только в том случае, если их содержание в системе становится больше строго определённой величины;
  - 3) могут изменять не только скорость реакции, но и направление её протекания;
  - 4) действуют на сложную реакцию, увеличивают скорость только одной из нескольких параллельно протекающих реакций.
16. Из нескольких возможных реакций катализатор обычно:
- 1) всегда ускоряет только ту, которая сопровождается наибольшей убылью свободной энергии Гиббса;
  - 2) ускоряет только какую-то определённую реакцию, протекающую между строго конкретными веществами;
  - 3) в одинаковой мере ускоряет все реакции;
  - 4) всегда ускоряет только ту реакцию, которая сопровождается наименьшей убылью свободной энергии Гиббса.
17. Катализатор:

- 1) участвует в элементарном акте реакции;
  - 2) не участвует в образовании промежуточного соединения с каким - либо участником реакции в случае протекания многостадийного процесса;
  - 3) образует активированный комплекс со всеми реагирующими веществами в случае протекания одностадийного процесса;
  - 4) постепенно расходуется в ходе химической реакции.
18. В результате протекания каталитической реакции катализатор:
- 1) претерпевает химическое превращения;
  - 2) остаётся химически неизменным;
  - 3) сохраняет своё количество постоянным (если не учитывать механического уноса и возможности протекания побочных процессов, в которых он выступает в роли реагента);
  - 4) всегда уменьшает своё изначальное химическое количество.
19. Природные катализаторы, имеющие белковую природу и ускоряющие протекание биохимических реакций в животных и растительных клетках называются:
- 1) ферментами;
  - 2) антиоксидантами;
  - 3) витаминами;
  - 4) антиглобулинами.
20. Отличительной особенностью ферментов от других катализаторов является то, что они:
- 1) способны ускорять любую биохимическую реакцию;
  - 2) обладают более высокой каталитической активностью;
  - 3) являются строго специфичными;
  - 4) проявляют свою максимальную активность в строго определённых внешних условиях.

Ответы:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
а; в	в	в	а; в	в	б г	а; б	б; в	а; г	г	а; в	б	б; в	в	в; г	б	а; в	б; в	а	б; в; г

### Формы промежуточной аттестации

#### Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет)

1. Общие понятия катализа: определение катализа, ингибирования, гомогенного и гетерогенного катализа, активности, стабильности, селективности.
2. Особенности гетерогенно-каталитических процессов: сродство к катализатору, избирательность, отравление катализатора, промотирование, модифицирование.
3. Роль катализа в нефтеперерабатывающей промышленности: общая характеристика каталитических процессов.
4. Физическая адсорбция и хемосорбция: различия. Изобары адсорбции.
5. Изотерма адсорбции Генри.
6. Изотерма адсорбции Ленгмюра.
7. Уравнение БЭТ.



8. Пористая структура: площадь поверхности, удельный объем пор, распределение пор по радиусам.
9. Корпускулярные и губчатые пористые тела.
10. Способ определения объема пор.
11. Кривые адсорбции и десорбции; гистерезис, определение среднего радиуса пор.
12. Диффузия и катализ: соотношение скорости реакции и диффузии.
13. Внешняя и внутренняя диффузионная область, кинетическая область.
14. Основные положения мультиплетной теории Баландина.
15. Принцип геометрического соответствия в мультиплетной теории Баландина.
16. Принцип энергетического соответствия в мультиплетной теории Баландина.
17. Вулканообразные кривые.
18. Пределы применимости мультиплетной теории Баландина.
19. Основные положения теории ансамблей Кобозева.
20. Способ вычисления числа атомов в ансамбле.
21. Определение гранулометрического состава, насыпной плотности, содержания влаги, механической прочности катализаторов и носителей.
22. Определение химического состава катализатора.
23. Исследование каталитической активности: статические, импульсные, проточные реакторы.
24. Определение активности катализатора каталитического крекинга.
25. Силикагель: использование, особенности, Суд, Rэф, Vпор. Способы получения. Виды гидроксидов алюминия.
26. Полимерная структура гидроксидов алюминия (диаспора и бемита).
27. Процесс старения гидроксида алюминия и его влияние на пористую структуру  $Al_2O_3$ .
28. Классификация оксидов алюминия.
29. Получение тригидрата Al на глиноземных заводах: химия процесса.
30. Алюминатный способ получения гидроксида Al.
31. Сульфатный способ получения гидроксида Al.
32. Холодное, горячее и смешанное осаждение гидроксида. Влияние температуры осаждения гидроксида на пористую структуру  $Al_2O_3$ .
33. Получение гидроксида Al гидролизом алкоголятов.
34. Метод формования  $Al_2O_3$  и катализаторов экстразией.
35. Углеродородно - аммиачная формовка гидроксида Al.
36. Масляная формовка гидроксида Al.
37. Методы регулирования пористой структуры  $Al_2O_3$  и катализаторов на его основе.
38. Методы определения кислотности  $Al_2O_3$ . Механизм реакции гидрообессеривания.
39. Механизм реакции гидрирования.
40. Структура активного центра катализатора гидроочистки и механизм реакции. Модифицирование катализаторов гидроочистки.
41. Способы введения активных компонентов в катализаторы гидроочистки.
42. Пористая структура, размер и форма гранул катализаторов гидроочистки.
43. Зависимость активности катализаторов гидроочистки от предварительной обработки.
44. Сульфидирование катализаторов гидроочистки: химизм реакции и способы сульфидирования.
45. Дезактивация катализаторов гидроочистки.
46. Регенерирование катализаторов гидроочистки.

47. Реакции, протекающие на металлических центрах катализаторов риформинга: гидрирование дегидрирование.
48. Реакции, протекающие на металлических центрах катализаторов риформинга: изомеризация, ДГЦ, гидрогенолиз.
49. Реакции на кислотных центрах: изомеризация, ГК, ароматизация парафинов. Носители катализаторов риформинга.
50. Активная фаза катализаторов риформинга.
51. Модификаторы катализаторов риформинга.
52. Пропитка катализаторов риформинга.
53. Соединения платины. Конкуренты. Реакции, протекающие в процессе сушки и прокаливания алюмоплатиновых катализаторов.
54. Восстановление катализаторов риформинга.
55. Осернение катализаторов риформинга: способ и назначение.
56. Реакции, приводящие к сульфатированию катализаторов риформинга.
57. Технология приготовления аморфного алюмосиликатного катализатора каталитического крекинга (последовательность технологических операций).
58. Формование аморфного алюмосиликатного катализатора каталитического крекинга: реакция и схема формовки.
59. Мокрая обработка катализаторов крекинга: синерезис, активация, промывка, обработка ПАВ. Цеолиты: структура, ионный обмен, деалюминирование.
60. Получение цеолитсодержащих катализаторов каталитического крекинга.
61. Три вида процессов изомеризации и катализаторы для них. Состав. Пропитка катализаторов изомеризации.
62. Соединения платины. Конкуренты.

## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в матрице соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения.

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена (зачета). Промежуточная аттестация проводится в конце изучения дисциплины.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в таблице:

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок
1	Отчет по практическим занятиям (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Тест (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, после изучения соответствующих тем, письменно	по пятибалльной шкале
3	Зачет (5 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет

На этапе промежуточной аттестации (зачет) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения (дескрипторов), а также уровень освоения материала обучающимися.

**Форма оценки знаний (зачет):** «Зачет»; «Незачет».

**Шкала оценивания:**

**«Зачет»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного

учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

**«Незачет»** – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

На этапе промежуточной аттестации (экзамен) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения, а также уровень освоения материала обучающимися.

**Форма оценки знаний (пятибалльная шкала):** оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

#### **Шкала оценивания:**

**«Отлично»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

**«Хорошо»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

**«Удовлетворительно»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

**«Неудовлетворительно»** – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных

дисциплин

Лабораторные работы и практические занятия оцениваются: «зачет», «незачет». Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность. Для оценивания тестовых заданий возможно использование балльно-рейтинговой оценки. Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в таблице:

#### Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5 (отлично)	86 - 100
4	4 (хорошо)	61-85
3	3 (удовлетворительно)	51-60
2 и 1	2, незачет	0-50
5,4,3	Зачет	51-100