

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Галина Владимировна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 27.06.2026 12:41:58

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>	2026
<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)

А.В Моисеев

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Заведующий кафедрой

А.В. Моисеев, кандидат  
химических наук

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

## **СОГЛАСОВАНО:**

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

Е.Т Демидова, кандидат  
юридических наук, доцент

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

Руководитель образовательной  
программы

А.В. Моисеев, 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 .....	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	12
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	12
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; Введение в информационные технологии; Математика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Основы технического регулирования и управления качеством; Основы химического материаловедения; Прикладная механика; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физика; 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 (синтетического каучука).	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: учебное пособие / Пильщиков В.А., Пимерзин Ал.А., Пимерзин А.А., 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	Заботин, Л.И. Каталитический крекинг : учеб.-метод. пособие / Л. И. Заботин; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа.- Самара, 2020.- 97 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3817">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 3817</a>	Электронный ресурс
3	Заботин, Л.И. Каталитический риформинг : учеб. пособие / Л. И. Заботин, Е. А. Андреев; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа.- Самара, 2009.- 52 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 410">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 410</a>	Электронный ресурс
4	Заботин, Л.И. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти : учеб.пособие / Л. И. Заботин; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа.- Самара, 2014.- 332 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 947">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 947</a>	Электронный ресурс
5	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
6	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
7	Катализ в процессах (co)полимеризации и (co)поликонденсации: монография / Самуилов Я.Д., Самуилов А.Я., 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
8	Катализ в химической технологии неорганических веществ: учебное пособие / Исакова И.В., Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева: 2021.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 116563">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 116563</a>	Электронный ресурс
9	Каталитические процессы нефтепереработки: монография / Солодова Н.Л., Емельянычева Е.А., Терентьева Н.А., Издательство КНИТУ: 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 120990">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 120990</a>	Электронный ресурс
10	Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки: учебное пособие / Журавлева М.В., Климентова Г.Ю., Зиннурова О.В., Гончарова И.Н., Фирсин А.А., 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
11	Кинетика и катализ в химической технологии: учебное пособие / Хайбуллин А.А., Инфра-Инженерия: 2024.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 143206">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 143206</a>	Электронный ресурс

12	Никульшин, П.А. Гетерогенный катализ: основы, физико-химические методы изучения, диффузия и кинетика : учеб. пособие / П. А. Никульшин, Н. Н. Томина, А. А. Пимерзин; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа.- Самара, 2009.- 285 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  591">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  591</a>	Электронный ресурс
13	Общая химическая технология. Ч.3. Технология катализаторов. Методы приготовления катализаторов: учебное пособие / , Томский политехнический университет, сост. Горлушко Д.А., Швалев Ю.Б.: 2021.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  134895">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  134895</a>	Электронный ресурс
14	Пильщиков, В.А. Каталитическая изомеризация легких парафиновых углеводородов и легких бензиновых фракций : учеб. пособие / В. А. Пильщиков, Ал. А. Пимерзин, А. А. Пимерзин; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2016.- 55 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2620">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  2620</a>	Электронный ресурс
<b>Дополнительная литература</b>		
15	Кинетика гетерогенных и каталитических реакций: учебное пособие / Булидорова Г.В., Романова К.А., Галяметдинов Ю.Г., 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
16	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](http://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.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Производитель</b>	<b>Способ распространения</b>
1	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное
3	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
4	МойОфис Образование	ООО «НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (Отечественный)	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	Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Российские базы данных ограниченного доступа
4	Электронная библиотека изданий СамГТУ	<a href="http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe">http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe</a>	Российские базы данных ограниченного доступа

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

### Лекционные занятия

Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (с мультимедийным оборудованием) укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

### Практические занятия

Аудитория для практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук), с выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ. Аудитория оборудована специализированной мебелью: столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя, доска.

### Лабораторные занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- кабинет для текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций ауд. 212;
- кабинет для самостоятельной работы, аудитория 304;
- компьютерные классы (ауд. 101, 102, 111, 201, 311, 401, 404).

## 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 закреплен 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>	2026
<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>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	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	Нет

ОПК-2.2 Оценивает возможность применения в технологической деятельности математических, физических, физико-химических, химических методов решения задач профессиональной деятельности	<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>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	Тестовые задания	Нет	Да
<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	Тестовые задания	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	Нет
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>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>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	Нет	Да
<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>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	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	Нет
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>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>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	Нет	Да

**Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.О.03.06 «Катализ в химической технологии»**  
(шифр и наименование дисциплины)

для направления 18.03.01 Химическая технология  
(шифр и наименование направления подготовки, специальности)

профиль Технология химических производств  
(наименование профиля)  
2026  
(год приема на образовательную программу)

Контролируемая (ые) компетенция(и):

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-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

(шифр и наименование компетенции(й))

**Спецификация тестовых заданий**

Содержание дисциплины (разделы / темы)	Число заданий									
	закрытые			открытые				комбинированные		всего
	однозначный выбор варианта ответа	многозначный выбор варианта ответа	задание на сопоставление	задание на установление правильной последовательности	задания на дополнение	задания с развернутым ответом	практико-ориентированные задания	Задания с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	Задания с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответов	
<b>Раздел 1.</b> Теоретические основы катализа										
1.1 Общие положения катализа	3	1	2		2	2		2		12
1.2 Классификация катализаторов	2	2		2	2	2			2	12
<b>Раздел 2.</b> Носители катализаторов										
2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов	4	2	1		2	1		2		12
2.2 Характеристика и способы производства основных носителей	3	1		2	2	2			2	12
<b>Раздел 3.</b> Каталитические процессы химической технологии										
3.1-3.3 Основные каталитические процессы химической технологии	10	5	4	1	6	8		2	2	38
3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК	3	2	1		2	5			1	14

**Количество заданий в комплекте оценочных материалов**

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
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	50
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	50

**Сценарии выполнения диагностических заданий**

Тип задания	Последовательность действий при выполнении задания
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания.</li> <li>2. Выбрать единственный вариант ответа из предложенных.</li> </ol>
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания.</li> <li>2. Выбрать несколько вариантов ответа из предложенных.</li> </ol>
Задание закрытого типа на установление соответствия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 - вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 - утверждения, свойства объектов и т.д.</li> <li>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</li> <li>4. Записать буквы вариантов ответа (например, АБВГ)</li> </ol>
Задание закрытого типа на установление последовательности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</li> <li>4. Записать буквы вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА)</li> </ol>
Задание открытого типа на дополнение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается недостающее дополнение.</li> <li>2. Определить какой информации не хватает.</li> <li>3. Внесение пропущенного слова.</li> <li>4. Записать в ответ только дополнение.</li> </ol>
Задание открытого типа с развернутым ответом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.</li> <li>2. Продумать логику и полноту ответа.</li> <li>3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.</li> <li>4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ.</li> </ol>
Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания.</li> <li>2. Выполните указанные в задания действия</li> </ol>
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Выбрать один ответ, наиболее верный.</li> <li>4. Записать только букву выбранного варианта ответа.</li> <li>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа</li> </ol>
Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выборов ответов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько из предложенных вариантов.</li> <li>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</li> <li>3. Выбрать несколько верных вариантов ответов.</li> <li>4. Записать последовательно буквы выбранных вариантов без пробелов и знаков препинания (например, АБВ).</li> <li>5. Записать аргументы, обосновывающие выбор каждого из ответов</li> </ol>

### Система оценивания заданий

Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа считается верным, если правильно определен вариант ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа считается верным, если правильно определены все варианты ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Количество баллов определяется числом пар для сопоставления. За каждое правильно установленное соответствие начисляется 1 балл.
Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Максимальный балл определяется количеством элементов в последовательности. В случае ошибки в одном месте - снижение на один балл. За каждое правильно указанное место элемента в последовательности начисляется 1 балл.
Задание открытого типа на дополнение, где предоставляется предложение или фрагмент текста, в котором пропущено одно или несколько слов или фраз. Задача состоит в том, чтобы заполнить пропуски, восстановив тем самым исходный смысл предложения.	2 балла засчитывается, если студент вписал правильный ответ в соответствии с ключом. 1 балл может быть засчитан за близкий к правильному ответ, если он демонстрирует частичное понимание.
Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Максимальный балл - 4. Студент может получить 4 балла за полный и правильный ответ, логично изложенный и с корректной терминологией, или меньше за неполные или неточно сформулированные ответы. Полнота (1 балл), Правильность (1 балл), Логичность (1 балл), Терминология (1 балл).
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.
Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.

### Тестовые задания

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
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						
1.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Катализатором называется вещество, которое:</p> <p>А) Ускоряет химическую реакцию и расходуется в процессе</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	1.1 Общие положения катализа

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Б) Ускоряет химическую реакцию, но не расходуется в ней В) Замедляет химическую реакцию и не расходуется Г) Изменяет термодинамическую возможность реакции					
2.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Укажите, как изменяется энергия активации ( $E_a$ ) в присутствии катализатора? А) Остается неизменной Б) Увеличивается по сравнению с некаталитической реакцией В) Уменьшается по сравнению с некаталитической реакцией Г) Равна тепловому эффекту реакции	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	1.1 Общие положения катализа
3.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Катализатор, который находится в той же фазе (газовой или жидкой), что и реагенты, называется _____ катализом.	гомогенным	Открытый на дополнение	2	2	1.1 Общие положения катализа
4.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Поясните, почему катализатор не смещает равновесие химической реакции, а только ускоряет его достижение.	Катализатор в равной степени ускоряет и прямую, и обратную реакции, снижая энергию активации для обоих направлений, вследствие чего константа равновесия ( $K_{\text{равн}} = k_{\text{пр}}/k_{\text{обр}}$ ) не меняется.	Открытый с развернутым ответом	2	3	1.1 Общие положения катализа
5.	<b>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</b>  Ингибиторы – это вещества, которые: А) Ускоряют целевую реакцию Б) Увеличивают селективность катализатора В) Уменьшают скорость химической реакции Г) Восстанавливают активность катализатора	В. Ингибиторы (каталитические яды) блокируют активные центры катализатора или связывают активные промежуточные частицы, снижая скорость реакции.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора	2	3	1.1 Общие положения катализа

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																										
6.	<p>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между типом катализа и процессом:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Тип катализа</th> <th>Реакция</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Гомогенный</td> <td>А) Гидроочистка</td> </tr> <tr> <td>2. Гетерогенный</td> <td>Б) Сернокислотное алкилирование изобутана бутиленами</td> </tr> <tr> <td></td> <td>В) Сернокислотное разложение ГПИПБ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Г) Окисление SO<sub>2</sub> в SO<sub>3</sub> на V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>Б</th> <th>В</th> <th>Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Тип катализа	Реакция	1. Гомогенный	А) Гидроочистка	2. Гетерогенный	Б) Сернокислотное алкилирование изобутана бутиленами		В) Сернокислотное разложение ГПИПБ		Г) Окисление SO <sub>2</sub> в SO <sub>3</sub> на V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	А	Б	В	Г					<table border="1"> <thead> <tr> <th>А</th> <th>Б</th> <th>В</th> <th>Г</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	А	Б	В	Г	2	1	1	2	Закрытый на сопоставление	2	4	1.1 Общие положения катализа
Тип катализа	Реакция																															
1. Гомогенный	А) Гидроочистка																															
2. Гетерогенный	Б) Сернокислотное алкилирование изобутана бутиленами																															
	В) Сернокислотное разложение ГПИПБ																															
	Г) Окисление SO <sub>2</sub> в SO <sub>3</sub> на V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>																															
А	Б	В	Г																													
А	Б	В	Г																													
2	1	1	2																													
7.	<p>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</p> <p>Укажите к какому типу относятся катализаторы, состоящие из активного металла, нанесенного на пористый оксид (Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):</p> <p>А) Ферменты  Б) Гомогенные комплексы  В) Нанесенные гетерогенные катализаторы  Г) Промоторы</p>	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	1.2 Классификация катализаторов																										
8.	<p>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</p> <p>Выберите признаки, характерные для кислотно-основного катализа:</p> <p>А) Включает стадию переноса протона  Б) Часто используется для крекинга углеводородов  В) Активными центрами являются цеолиты или оксиды алюминия  Г) Всегда проводится в жидкой фазе</p>	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	1.2 Классификация катализаторов																										
9.	<p>Прочитайте текст и дополните фразу:</p> <p>Вещества, которые сами по себе не обладают каталитической активностью, но добавленные в небольших</p>	промоторами	Открытый на дополнение	2	2	1.2 Классификация катализаторов																										

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	количества к катализатору увеличивают его активность, селективность или стабильность, называются _____.					
10.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и расположите в правильной последовательности:</b></p> <p>Расположите типы катализаторов в порядке увеличения их стабильности (от наименее стабильных к наиболее стабильным):</p> <p>А) Металлокомплексные (гомогенные)  Б) Ферменты  В) Оксиды металлов (например, <math>V_2O_5</math>)</p>	Б А В	Закрытый на установление последовательности	2	2	1.2 Классификация катализаторов
11.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b></p> <p>Напишите отличия бифункциональных катализаторов от монофункциональных. Приведите пример бифункционального катализатора в нефтепереработке.</p>	Монофункциональные имеют один тип активных центров. Бифункциональные – два типа центров, выполняющих разные роли (например, металлоческий и кислотный). Пример: катализатор риформинга Pt-Re/ $\gamma$ - $Al_2O_3$ (Pt – дегидрирование, $Al_2O_3$ – изомеризация).	Открытый с развернутым ответом	3	4	1.2 Классификация катализаторов
12.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>Укажите вещества, которые могут выступать «каталитическими ядами» для Pt-катализаторов риформинга</p> <p>А) Хлор  Б) Сера (S)  В) н-гептан  Г) Мышьяк (As)</p>	Б Г Сера и мышьяк хемосорбируются на поверхности Pt, образуя прочные связи (Pt–S, Pt–As), блокируя активные центры (необратимое отравление). Хлор увеличивает кислотность катализатора, а н-гептан является компонентом сырья.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответа	2	3	1.2 Классификация катализаторов
13.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>	Б	Закрытый с выбо-	1	1	2.1 Термостойкие оксиды метал-

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Укажите оксид алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), который широко используется как носитель в процессах нефтепереработки: А) $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (корунд) Б) $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ В) $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$ Г) Аморфный $\text{Al}(\text{OH})_3$		ром одного ответа			лов как носители катализаторов
14.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа:</b>  Укажите основные методы определения текстурных характеристик (удельная поверхность, размер и удельный объем пор) носителя и катализаторов: А) Углеродородная порометрия Б) Ртутная порометрия В) Гелиевая порометрия Г) Азотная порометрия	Б Г	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
15.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b>  Какими свойствами должен обладать идеальный носитель катализатора? А) Развитая удельная поверхность ( $100\text{--}1000\text{ м}^2/\text{г}$ ) Б) Высокая механическая прочность В) Химическая инертность к активному компоненту Г) Растворимость в реакционной среде	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
16.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  При синтезе алюмооксидного носителя одноосновная кислота добавляется с целью _____.	пептизации	Открытый на дополнение	2	2	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
17.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Укажите, для чего используется углеродородный слой при углеводородно-аммиачной формовке алюмооксидного носителя: А) Формование сфер; Б) Снижение поверхностного натяжения; В) Нейтрализация кислоты.	А	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
18.	<b>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</b>	Б $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ обладает развитой пористой структурой и высокой	Задание комбинированного типа с вы-	2	3	2.1 Термостойкие оксиды метал-

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Укажите, почему в катализаторах гидроочистки (CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) используется γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , а не α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> А) α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> плавится при 400°С Б) γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> имеет большую удельную поверхность для диспергирования сульфидов металлов В) γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> восстанавливает металлы Г) α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> реагирует с сероводородом	удельной поверхностью (200–300 м <sup>2</sup> /г), что позволяет равномерно распределить активную фазу (Со, Мо) в виде мелких кристаллитов сульфидов, тогда как α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> имеет очень низкую поверхность (<10 м <sup>2</sup> /г).	бором одного ответа и обоснованием выбора ответа			лов как носители катализаторов
19.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Метод формования катализаторов, подразумевающий продавливание пастообразной массы через фильтр с последующей резкой на гранулы, называется: А) Таблетирование Б) Экструзия В) Дражирование Г) Распылительная сушка	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
20.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Укажите, для чего используется аммиачный слой при углеводородно-аммиачной формовке алюмооксидного носителя: А) Формование сфер; Б) Снижение поверхностного натяжения; В) Нейтрализация кислоты.	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
21.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Темплат добавляют при синтезе носителей для регулирования _____ характеристик носителей	текстурных	Открытый на дополнение	2	2	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
22.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Расскажите, для чего используется слой ПАВ при углеводородно-аммиачной формовке носителя.	Слой поверхностно-активных веществ (ПАВ) при углеводородно-аммиачной формовке носителя используется для снижения поверхностного натяжения на границе	Открытый с развернутым ответом	3	4	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
		раздела фаз «углеводород – раствор аммиака». Это предотвращает деформацию капли псевдозоля гидроксида алюминия при формировании сферических гранул.				
23.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и расположите в правильной последовательности:</b></p> <p>Расположите стадии получения носителя методом экструзии в правильном порядке:</p> <p>А) Прокаливание при высокой температуре;</p> <p>Б) Смешивание порошка с пептизатором и водой;</p> <p>В) Сушка гранул;</p> <p>Г) Продавливание массы через фильеру (формование).</p>	Б Г В А	Закрытый на установление последовательности	2	3	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
24.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>Укажите требования, предъявляемые к механической прочности катализаторов для процессов в кипящем слое</p> <p>А) Устойчивость к истиранию (абразивная прочность)</p> <p>Б) Устойчивость к раздавливанию</p> <p>В) Высокая плотность &gt;5 г/см<sup>3</sup></p> <p>Г) Сферическая форма гранул</p>	<p>А Г</p> <p>В кипящем слое гранулы интенсивно сталкиваются и трутся друг о друга, поэтому важна устойчивость к истиранию. Сферическая форма обеспечивает лучшую псевдоожижаемость и равномерное перемешивание.</p>	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием	2	3	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
25.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Процесс постепенной потери активности катализатора из-за отложения кокса на поверхности называется:</p> <p>А) Отравление</p> <p>Б) Спекание</p> <p>В) Закоксовывание (блокировка)</p> <p>Г) Промотирование</p>	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
26.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Укажите метод регенерации закоксованных катализаторов:</p>	А	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.1 Основные каталитические процессы химической

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	А) Выжигание кокса в токе воздуха при контролируемой температуре Б) Обработка паром В) Химическая промывка растворителями Г) Замена всего объема катализатора					технологии (Деактивация, регенерация)
27.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b>  Основные причины дезактивации катализаторов: А) Уменьшение площади активной поверхности; Б) Блокировка; В) Недостаточное количество активного компонента; Г) Протекание параллельных реакций; Д) Отравление.	А Б Д	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
28.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Необратимая потеря активности катализатора вследствие химического взаимодействия активного центра с примесью сырья называется _____ катализатора.	необратимым отравлением	Открытый на дополнение	2	2	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
29.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Назовите причины спекания катализатора. Опишите влияние на каталитическую активность.	Воздействие высокой температуры (выше температуры Таммана), наличие паров воды, локальный перегрев. Спекание приводит к укрупнению кристаллитов активной фазы или частиц носителя, уменьшению удельной поверхности и, как следствие, снижению активности.	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
30.	<p>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между методом анализа и определяемой характеристикой:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Метод</th> <th>Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Азотная порометрия (метод БЭТ);</td> <td>А) Фазовый состав и размер кристаллитов;</td> </tr> <tr> <td>2. Рентгенофазовый анализ (XRD);</td> <td>Б) Удельная поверхность;</td> </tr> <tr> <td>3. Термопрограммируемая десорбция (TPD).</td> <td>В) Количество и сила кислотных центров.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Метод	Характеристика	1. Азотная порометрия (метод БЭТ);	А) Фазовый состав и размер кристаллитов;	2. Рентгенофазовый анализ (XRD);	Б) Удельная поверхность;	3. Термопрограммируемая десорбция (TPD).	В) Количество и сила кислотных центров.	1	2	3				<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Б</td> <td>А</td> <td>В</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	Б	А	В	Закрытый на сопоставление	2	3	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
Метод	Характеристика																									
1. Азотная порометрия (метод БЭТ);	А) Фазовый состав и размер кристаллитов;																									
2. Рентгенофазовый анализ (XRD);	Б) Удельная поверхность;																									
3. Термопрограммируемая десорбция (TPD).	В) Количество и сила кислотных центров.																									
1	2	3																								
1	2	3																								
Б	А	В																								
31.	<p>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</p> <p>Опишите основную суть благоприятствующего отравления катализатора и приведите пример.</p>	<p>Благоприятствующее отравление катализаторов происходит, когда вводимые в катализатор яды частично подравливают отдельные активные центры катализаторов, тем самым увеличивая селективность катализатора. Примеры: 1. Добавляют небольшое количество <math>K_2O</math> в катализатор селективной гидроочистки бензинов каталитического крекинга. Гидрирующая активность снижается гораздо сильнее, в результате происходит удаление гетероорганических соединений с сохранением высокого октанового</p>	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
		числа. 2. Изменение селективности палладиевого катализатора в реакции гидрирования хлористого бензола. При добавлении к смеси хинолина в количестве от 0,1 до 50 мг/кг процесс на катализаторе останавливается на стадии получения бензальдегида.				
32.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Укажите катализатор, который используется в промышленности для изомеризации легких парафинов (н-пентан → изопентан).</p> <p>А) Платина на хлорированном оксиде алюминия (<math>Pt/Cl-Al_2O_3</math>)  Б) Железо (Fe)  В) Ванадий (<math>V_2O_5</math>)  Г) Никель Ренея</p>	А	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
33.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>В процессе гидрирования бензола до циклогексана в качестве катализатора используется:</p> <p>А) Медь  Б) Никель  В) Серебро  Г) Цеолит</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
34.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b></p> <p>Катализаторами алкилирования изобутана олефинами в промышленности являются:</p> <p>А) HF (фтороводород)  Б) <math>H_2SO_4</math> (серная кислота)  В) <math>Pt/Al_2O_3</math>  Г) Цеолиты</p>	А Б Г	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
35.	<p><b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b></p>	гидрированием	Открытый на дополнение	2	2	3.2 Основные каталитические

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
	Процесс присоединения водорода к органическим соединениям (ненасыщенным или ароматическим) в присутствии катализатора называется _____.					процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)																				
36.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b> Объясните механизм действия платинового катализатора в реакции дегидрирования циклогексана в бензол.	Адсорбция циклогексана на поверхности Pt, последовательный отрыв атомов водорода (дегидрирование) с образованием циклогексана, затем циклогексадиена и, наконец, бензола. Атомы водорода рекомбинируются на Pt и десорбируются как H <sub>2</sub> .	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)																				
37.	<b>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между процессом и катализатором:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Процесс</th> <th>Катализатор</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Гидроочистка;</td> <td>А) Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;</td> </tr> <tr> <td>2. Паровой риформинг метана;</td> <td>Б) CoMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;</td> </tr> <tr> <td>3. Изомеризация</td> <td>В) Pt/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> </tr> </tbody> </table> Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Процесс	Катализатор	1. Гидроочистка;	А) Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;	2. Паровой риформинг метана;	Б) CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;	3. Изомеризация	В) Pt/γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2	3				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Б</td> <td style="text-align: center;">А</td> <td style="text-align: center;">В</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	Б	А	В	Закрытый на сопоставление	2	3	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
Процесс	Катализатор																									
1. Гидроочистка;	А) Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;																									
2. Паровой риформинг метана;	Б) CoMo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ;																									
3. Изомеризация	В) Pt/γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>																									
1	2	3																								
1	2	3																								
Б	А	В																								
38.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b> Укажите катализатор, который используется для полного окисления (дожигания) токсичных веществ в выхлопных газах автомобилей? А) V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Б) CuCl <sub>2</sub> В) Pt, Pd, Rh (благородные металлы) Г) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)																				
39.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>	Б	Закрытый с выбо-	1	1	3.3 Основные каталитические																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	<p>Парциальное (селективное) окисление—это:</p> <p>А) Окисление до <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Б) Окисление до ценных полупродуктов (спиртов, альдегидов, кислот)</p> <p>В) Окисление с разрывом углерод-углеродной связи</p> <p>Г) Окисление без катализатора</p>		ром одного ответа			процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
40.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b></p> <p>Укажите критически важные факторы для селективности в процессе окисления этилена в этиленоксид на Ag-катализаторе</p> <p>А) Температура (230–280°C)</p> <p>Б) Давление (1–2 МПа)</p> <p>В) Присутствие промоторов (Cs, Re)</p> <p>Г) Концентрация <math>\text{CO}_2</math> в реакторе</p>	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
41.	<p><b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b></p> <p>Реакция двух или более молекул, протекающая с образованием новой углерод-углеродной или углерод-гетероатомной связи и выделением малой молекулы (например, <math>\text{H}_2\text{O}</math>), называется _____.</p>	конденсацией	Открытый на дополнение	2	2	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
42.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b></p> <p>Объясните, почему для процесса селективного окисления метанола в формальдегид на железо-молибденовом катализаторе (<math>\text{Fe}_2\text{O}_3\text{--MoO}_3</math>) оптимальная температура составляет 300–400°C, а при повышении температуры выше 450°C резко падает селективность по формальдегиду и увеличивается выход <math>\text{CO}_2</math>.</p>	<p>При оптимальной температуре (300–400°C) скорость целевой реакции (<math>\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2</math>) достаточно высока, а побочное полное окисление до <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{H}_2\text{O}</math> подавлено. Выше 450°C:</p> <p>1) Ускоряется глубокое окисление формальдегида на тех же активных центрах (<math>\text{Fe}^{3+}</math>, <math>\text{Mo}^{6+}</math>).</p> <p>2) Происходит частичное спекание катализатора и изменение степени окисления Mo, что снижает селективность.</p>	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
		3) Возрастает роль гомогенного окисления в газовой фазе, не контролируемого катализатором.				
43.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и расположите в правильной последовательности:</b></p> <p>Расположите стадии реакции селективного окисления метанола в формальдегид на железо-молибденовом катализаторе:</p> <p>А) Десорбция формальдегида с поверхности катализатора  Б) Адсорбция метанола на поверхности катализатора  В) Отщепление водорода на активных центрах катализатора с образованием поверхностных интермедиатов  Г) Дальнейшее дегидрирование до формальдегида</p>	Б В Г А	Закрытый на установление последовательности	2	3	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
44.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>Требования, предъявляемые к катализаторам для селективного окисления:</p> <p>А) Высокая эндотермичность процесса  Б) Способность активировать молекулярный кислород  В) Минимальное количество сильных кислотных центров во избежание полного окисления  Г) Высокая удельная поверхность &gt;1000 м<sup>2</sup>/г</p>	Б В Катализатор должен активировать О <sub>2</sub> для атаки субстрата, но не должен иметь сверхсильных окислительных свойств, чтобы не окислить продукт полностью до СО <sub>2</sub> и Н <sub>2</sub> О.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора	2	3	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
45.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>В процессе Габера-Боша для синтеза аммиака (<math>N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3</math>) используется катализатор:</p> <p>А) Железо с промоторами (К, Са, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  Б) Медь  В) Платина  Г) Никель</p>	А	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
46.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p>	Б	Закрытый с выбо-	1	1	3.4 Катализаторы син-

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Для синтеза бутадиена из этанола используется катализатор: А) Комплексные катализаторы Циглера-Натта Б) $MgO/SiO_2$ В) Палладий на угле Г) Цеолит		ром одного ответа			теза аммиака и мономеров СК
47.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа:</b> Катализаторами Циглера-Натта для полимеризации этилена являются: А) $TiCl_3 + Al(C_2H_5)_3$ Б) Металлоцены (Ti, Zr, Hf) В) $V_2O_5$ Г) $Pt/SiO_2$	А Б	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
48.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b> Процесс получения аммиака требует высокого давления (150–300 атм) из-за уменьшения объема реакции, но катализатор позволяет снизить температуру. Роль катализатора заключается в _____ энергии активации разрыва тройной связи $N \equiv N$ .	снижении (уменьшении)	Открытый на дополнение	2	2	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
49.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b> Почему для железного катализатора синтеза аммиака критически важны промоторы ( $K_2O$ , $CaO$ , $Al_2O_3$ )?	$Al_2O_3$ предотвращает спекание и увеличивает поверхность (структурный промотор). $K_2O$ облегчает десорбцию аммиака с поверхности Fe (электронный промотор), увеличивая скорость реакции. Без промоторов железо быстро дезактивируется и имеет низкую активность.	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
50.	<p>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между катализатором и катализируемой реакцией:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Катализатор</th> <th>Реакция</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (магнетит);</td> <td>А) Окисление этилена в этиленоксид;</td> </tr> <tr> <td>2. TiCl<sub>4</sub> + AlR<sub>3</sub>;</td> <td>Б) Синтез аммиака</td> </tr> <tr> <td>3. Ag/α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>В) Полимеризация пропилена в полипропилен</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Катализатор	Реакция	1. Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (магнетит);	А) Окисление этилена в этиленоксид;	2. TiCl <sub>4</sub> + AlR <sub>3</sub> ;	Б) Синтез аммиака	3. Ag/α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	В) Полимеризация пропилена в полипропилен	1	2	3				<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Б</td> <td>В</td> <td>А</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	Б	В	А	Закрытый на сопоставление	2	3	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
Катализатор	Реакция																									
1. Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (магнетит);	А) Окисление этилена в этиленоксид;																									
2. TiCl <sub>4</sub> + AlR <sub>3</sub> ;	Б) Синтез аммиака																									
3. Ag/α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	В) Полимеризация пропилена в полипропилен																									
1	2	3																								
1	2	3																								
Б	В	А																								
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности																										
51.	<p>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</p> <p>Укажите, как изменится константа скорости реакции (k) при введении катализатора, согласно уравнению Аррениуса <math>k = A \cdot e^{(-E_a/RT)}</math>:</p> <p>А) Уменьшится из-за роста E<sub>a</sub>  Б) Увеличится из-за снижения E<sub>a</sub>  В) Останется неизменной  Г) Зависит только от предэкспоненциального множителя A</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	1.1 Общие положения катализа																				
52.	<p>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</p> <p>Укажите методы, используемые для математического моделирования кинетики каталитических реакций в неподвижном слое?</p> <p>А) Модель идеального вытеснения  Б) Ячеечная модель  В) Модель черного ящика  Г) Термодинамический анализ Гиббса</p>	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	1.1 Общие положения катализа																				
53.	<p>Прочитайте текст и дополните фразу:</p> <p>Критерий, используемый для оценки влияния внешней диффузии на скорость гетерогенно-каталитической реакции (отношение наблюдаемой</p>	коэффициентом эффективности (фактором эффективности η)	Открытый на дополнение	2	2	1.1 Общие положения катализа																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
	скорости к скорости в кинетической области), называется _____.																									
54.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между уравнением наблюдаемой скорости реакции и областью протекания реакции:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Кинетическое уравнение</td> <td>Область протекания реакции</td> </tr> <tr> <td>1. <math>r_{\text{набл}} = k_{\text{кин}} \cdot C_s</math></td> <td>А) Внешне-диффузионная область</td> </tr> <tr> <td>2. <math>r_{\text{набл}} = k_{\text{диф}} \cdot (C_0 - C_s)</math></td> <td>Б) Кинетическая область;</td> </tr> <tr> <td>3. <math>r_{\text{набл}} = 0</math></td> <td>В) Равновесие</td> </tr> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами :</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Кинетическое уравнение	Область протекания реакции	1. $r_{\text{набл}} = k_{\text{кин}} \cdot C_s$	А) Внешне-диффузионная область	2. $r_{\text{набл}} = k_{\text{диф}} \cdot (C_0 - C_s)$	Б) Кинетическая область;	3. $r_{\text{набл}} = 0$	В) Равновесие	1	2	3				<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Б</td> <td>А</td> <td>В</td> </tr> </table>	1	2	3	Б	А	В	Закрытый на сопоставление	2	3	1.1 Общие положения катализа
Кинетическое уравнение	Область протекания реакции																									
1. $r_{\text{набл}} = k_{\text{кин}} \cdot C_s$	А) Внешне-диффузионная область																									
2. $r_{\text{набл}} = k_{\text{диф}} \cdot (C_0 - C_s)$	Б) Кинетическая область;																									
3. $r_{\text{набл}} = 0$	В) Равновесие																									
1	2	3																								
1	2	3																								
Б	А	В																								
55.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b></p> <p>Напишите реакции каталитического реформинга, которые протекают на кислотных центрах катализатора</p>	<p>1. Изомеризация парафинов и нафтенов; 2. Гидрокрекинг; 3. Дегидроциклизация парафинов</p>	Открытый с развернутым ответом	2	3	1.1 Общие положения катализа																				
56.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>При повышении температуры с 400 К до 420 К скорость некаталитической реакции выросла в 4 раза. Во сколько раз вырастет скорость той же реакции в присутствии катализатора, если <math>E_a</math> снизилась со 100 кДж/моль до 50 кДж/моль (<math>R=8,314</math> Дж/(моль*К))</p> <p>А) примерно в 2 раза Б) примерно в 4 раза В) примерно в 16 раз Г) не изменится</p>	<p>А</p> <p>Используя уравнение Аррениуса, катализатор снижает <math>E_a</math>, следовательно, температурная чувствительность реакции уменьшается. Расчет: <math>e^{((50/8,314) \cdot (1/400 - 1/420))} \approx 2,0</math>.</p>	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	2	3	1.1 Общие положения катализа																				
57.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Метод анализа, позволяющий определить фазовый состав катализатора и размер кристаллитов:</p> <p>А) Хроматография Б) Рентгенофазовый анализ (XRD)</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	1.2 Классификация катализаторов																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	В) Термогравиметрия (TGA) Г) Спектроскопия ИК-Фурье					
58.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа:</b>  Укажите физико-химические методы, которые применяются для изучения кислотных центров цеолитов: А) Титриметрия в водной среде Б) Термопрограммированная десорбция аммиака (NH <sub>3</sub> -TPD) В) ИК-спектроскопия адсорбированного пиридина Г) Измерение pH суспензии	Б, В	Закрытый с выбором нескольких ответов	2	1	1.2 Классификация катализаторов
59.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Метод, основанный на измерении количества азота, адсорбированного поверхностью катализатора при температуре жидкого азота (77К), называется _____.	низкотемпературной адсорбцией азота	Открытый на дополнение	2	2	1.2 Классификация катализаторов
60.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Напишите, какая форма катализатора гидроочистки является активной. Опишите основные способы активации катализаторов гидроочистки.	Активация катализаторов гидроочистки – это процесс перевода оксидов металлов в катализаторе в сульфидную форму, и образование CoMos (NiMoS) фазы. Основными способами являются: 1. Сульфидирование газообразным сероводородом; 2. Сульфидирование высокосернистым сырьем; 3. Сульфидирование элементарной серой; 4. Применение сульфидирующих агентов, таких как ДМДС, сейчас самый распространенный метод.	Открытый с развернутым ответом	3	4	1.2 Классификация катализаторов

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
61.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и расположите в правильной последовательности:</b></p> <p>Расположите методы в порядке возрастания их «проникающей способности» для анализа состава катализатора</p> <p>А) РФЭС (рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия);  Б) ЭДС (энергодисперсионная спектроскопия в РЭМ);  В) РСА (рентгеноструктурный анализ);</p>	А Б В	Закрытый на установление последовательности	2	2	1.2 Классификация катализаторов
62.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>Для чего используется дифференциально-термический анализ (ДТА) катализаторов?</p> <p>А) Для измерения электропроводности  Б) Для изучения фазовых переходов (прокалка, плавление)  В) Для определения температур разложения и восстановления  Г) Для измерения вязкости</p>	<p>Б В</p> <p>ДТА регистрирует тепловые эффекты (эндо- или экзотермические), сопровождающие химические превращения или фазовые переходы в катализаторе при нагреве, что позволяет определить температуры дегидратации, разложения, восстановления оксидов и т.д.</p>	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора	2	3	1.2 Классификация катализаторов
63.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Уравнение, описывающее изотерму адсорбции, применимую для микропористых тел (цеолитов) по теории объемного заполнения пор, называется:</p> <p>А) Ленгмюра  Б) БЭТ  В) Дубинина-Радушкевича  Г) Фрейндлиха</p>	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
64.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>«Петля гистерезиса» на изотерме адсорбции-десорбции азота – это:</p> <p>А) Инструментальная ошибка прибора  Б) Признак химической реакции с азотом  В) Свидетельство наличия мезопор</p>	В	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
	(2–50 нм) с цилиндрической или бутылкообразной формой Г) Результат спекания образца																									
65.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Метод расчета распределения пор по радиусам на основе анализа десорбционной ветви изотермы называется методом _____.	Барретта-Джойнера-Халенды (ВЖН)	Открытый на дополнение	2	2	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов																				
66.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Объясните зависимость изменения удельной поверхности $Al_2O_3$ от температуры прокаливания.	При 500–600°C высокая поверхность (~300 м <sup>2</sup> /г), затем плавное снижение до 800°C, резкое падение при переходе в $\alpha-Al_2O_3$ (корунд) при $t > 1000^\circ C$ снижение поверхности до <10 м <sup>2</sup> /г. При низких температурах удаляется вода, формируется мезопористая структура. При высоких – начинается спекание (рост кристаллитов) и фазовый переход в плотный корунд.	Открытый с развернутым ответом	3	4	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов																				
67.	<b>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между типом и размером пор:</b> <table border="1" data-bbox="316 1563 742 1697"> <thead> <tr> <th>Тип пор</th> <th>Размер пор</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Микропоры;</td> <td>А) &lt; 2 нм;</td> </tr> <tr> <td>2. Мезопоры;</td> <td>Б) 2 – 50 нм;</td> </tr> <tr> <td>3. Макропоры</td> <td>В) &gt; 50 нм</td> </tr> </tbody> </table>  Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами : <table border="1" data-bbox="316 1818 486 1899"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Тип пор	Размер пор	1. Микропоры;	А) < 2 нм;	2. Мезопоры;	Б) 2 – 50 нм;	3. Макропоры	В) > 50 нм	1	2	3				<table border="1" data-bbox="746 1630 949 1697"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>А</td> <td>Б</td> <td>В</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	А	Б	В	Закрытый на сопоставление	2	3	2.1 Термостойкие оксиды металлов как носители катализаторов
Тип пор	Размер пор																									
1. Микропоры;	А) < 2 нм;																									
2. Мезопоры;	Б) 2 – 50 нм;																									
3. Макропоры	В) > 50 нм																									
1	2	3																								
1	2	3																								
А	Б	В																								
68.	<b>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</b>	А. Порозность $(\epsilon) = 1 - (\rho_{нас} / \rho_{ист}) = 1 - (0,8/3,0) = 1 -$	Задание комбинированного	2	3	2.1 Термостойкие оксиды метал-																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Образец катализатора имеет насыпную плотность 0,8 г/см <sup>3</sup> и истинную плотность 3,0 г/см <sup>3</sup> . Рассчитайте его порозность (долю свободного объема). А) ~73% Б) ~27% В) ~50% Г) ~90%	0,267 = 0,733 ≈ 73%.	типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа			лов как носители катализаторов
69.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Укажите параметр, который характеризует прочность катализатора на раздавливание: А) Влагоемкость Б) Механическая прочность В) Плотность упаковки Г) Удельная поверхность	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
70.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите несколько правильных ответов:</b>  Укажите существующие модификации моногидроксида алюминия АЮОН: А) Бемит; Б) Гиббсит; В) Диаспор; Г) Байерит; Д) Псевдобемит.	А В Д	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
71.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  Характеристика, показывающая объем жидкости, который может адсорбировать пористый материал (обычно в см <sup>3</sup> /г), называется _____	влагоемкостью	Открытый на дополнение	2	2	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
72.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Рассчитайте концентрацию раствора нитрата никеля (Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , M=182,7 г/моль) для пропитки 100 г носителя с влагоемкостью 0,9 мл/г, чтобы получить 5 % Ni (по металлу) на катализаторе.	1. Объем раствора = 100 г * 0,9 мл/г = 90 мл. 2. Масса Ni металла = 100 г / 0,95 * 0,05 = 5,26 г. 3. Масса Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> = 5,26 г * (182,7/58,7) ≈ 16,38 г. 4. Концентрация = (16,38 г / 90 мл) * 100% = 18,2 % (или 182 г/л).	Открытый с развернутым ответом	3	4	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
73.	<b>Прочитайте текст вопроса и расположите в правильной последовательности:</b>  Расположите стадии приготовления катализатора методом соосаждения в правильной последовательности: А) Старение (созревание) осадка Б) Промывка осадка В) Смешение растворов солей и осадителя Г) Сушка и прокаливание Д) Фильтрация	В А Д Б Г	Закрытый на установление последовательности	3	4	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
74.	<b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b>  Укажите критически важные параметры сушки катализатора для сохранения пористой структуры: А) Скорость нагрева Б) Атмосфера (инертная или окислительная) В) Цвет катализатора Г) Электропроводность сушильного агента	А Б Быстрый нагрев может привести к «запариванию» – интенсивному парообразованию внутри пор, разрушающему структуру. Атмосфера влияет на окисление-восстановление и удаление органических темплатов.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответа	2	3	2.2 Характеристика и способы производства основных носителей
75.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Укажите, для чего используется метод импульсного микрореактора: А) Для получения больших партий продукта Б) Для быстрого тестирования активности катализаторов на микроколичестве образца В) Для регенерации катализатора Г) Для измерения теплопроводности	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
76.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b>  Укажите факторы, которые учитываются при выборе формы гранул катализатора (таблетки, экструдаты, сферы) А) Гидравлическое сопротивление слоя Б) Технологичность изготовления В) Равномерность потока Г) Стоимость окраски	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
77.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>	Частота оборотов (TOF)	Открытый на дополнение	2	2	3.1 Основные каталитические

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Количественная характеристика каталитической активности, которая показывает, сколько раз в единицу времени каталитический цикл происходит на одном активном центре – это _____.					процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
78.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b></p> <p>Опишите как проводят реактивацию катализаторов гидроочистки.</p>	<p>Сначала проводят окислительную регенерацию отработанного катализатора гидроочистки, выжигая кокс с поверхности. Затем пропитывают регенерированный катализатор раствором органических веществ (лимонная, винная кислоты, триэтиленгликоль), в результате при сульфидировании будет образовываться смешанная Co(Ni)-Mo-S фаза 2 типа</p>	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
79.	<p>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между размером частицы катализатора и процессом, в котором он применяется:</p> <table border="1"> <tr> <td>Размер катализатора</td> <td>Процесс</td> </tr> <tr> <td>1. 1–3 мм;</td> <td>А) Реактор с кипящим слоем (FCC);</td> </tr> <tr> <td>2. 3–6 мм;</td> <td>Б) Неподвижный слой (гидроочистка)</td> </tr> <tr> <td>3. 50–100 мкм (0,05–0,1 мм)</td> <td>В) Трубчатый реактор парового риформинга</td> </tr> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами :</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Размер катализатора	Процесс	1. 1–3 мм;	А) Реактор с кипящим слоем (FCC);	2. 3–6 мм;	Б) Неподвижный слой (гидроочистка)	3. 50–100 мкм (0,05–0,1 мм)	В) Трубчатый реактор парового риформинга	1	2	3				<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Б</td> <td>А</td> </tr> </table>	1	2	3	В	Б	А	Закрытый на сопоставление	2	3	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)
Размер катализатора	Процесс																									
1. 1–3 мм;	А) Реактор с кипящим слоем (FCC);																									
2. 3–6 мм;	Б) Неподвижный слой (гидроочистка)																									
3. 50–100 мкм (0,05–0,1 мм)	В) Трубчатый реактор парового риформинга																									
1	2	3																								
1	2	3																								
В	Б	А																								
80.	<p>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</p> <p>Экспериментально определили, что при увеличении скорости потока сырья в 2 раза степень конверсии выросла. В какой области протекает реакция?</p> <p>А) Кинетическая Б) Внешнедиффузионная В) Внутريدиффузионная Г) Равновесная</p>	Б. Если реакция идет во внешнедиффузионной области, скорость лимитируется подводом реагентов из ядра потока к поверхности зерна. Увеличение скорости потока (турбулизации) уменьшает толщину диффузионного пограничного слоя и увеличивает конверсию.	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	2	3	3.1 Основные каталитические процессы химической технологии (Деактивация, регенерация)																				
81.	<p>Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа:</p> <p>Объемная скорость подачи сырья – это:</p> <p>А) Отношение объема сырья, подаваемого в реактор за единицу времени, к объему загруженного катализатора Б) Отношение объема водорода при</p>	А В	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование,																				

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	нормальных условиях к объёму сырья В) Величина, обратная времени контакта сырья с катализатором Г) Давление, которое оказывал бы отдельный компонент газовой смеси, если бы он один занимал весь объём при той же температуре					Алкилирование)
82.	<b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b>  Мольное соотношение водород/сырье в гидроочистке – это: А) Эстетический параметр Б) Технологический параметр, влияющий на скорость удаления серы и коксообразование В) Температура кипения Г) Давление насыщенных паров	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
83.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b>  В процессе алкилирования изобутана бутенами критическим параметром является поддержание низкой температуры (0–10°С) для _____ побочных реакций полимеризации и осмоления.	подавления (предотвращения)	Открытый на дополнение	2	2	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
84.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>  Объясните, почему для гидрирования бензола до циклогексана требуется избыточное давление (2–3 МПа), хотя термодинамически реакция экзотермична и идет с уменьшением объема?	1. Кинетика: высокая скорость требует высокой концентрации H <sub>2</sub> на поверхности катализатора (Ni). Давление увеличивает концентрацию H <sub>2</sub> . 2. Термодинамика: хотя равновесие сдвинуто вправо, при высоких температурах (необходимых для скорости) равновесие смещается обратно; давление компенсирует это.	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
85.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>	Катализаторы гидроочистки обычно синтезируют пропиткой	Открытый с разверну-	3	4	3.2 Основные каталитические процессы

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	Опишите особенности синтеза катализаторов гидроочистки и риформинга (или изомеризации, катализаторов, содержащих Pt).	носителя по влаге-емкости совместным водным раствором предшественников активных компонентов (солей металлов). Катализаторы риформинга синтезируют с использованием конкурента (например, $H_2PtCl_6$ и HCl), что приводит к более равномерному распределению активного компонента по объёму гранулы носителя.	Тып ответом			химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
86.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>Укажите, какие технологические параметры критически важны для поддержания высокой селективности процесса алкилирования изобутана бутиленами на цеолите:</p> <p>А) Высокое мольное соотношение изобутан/олефин (10:1 и выше)  Б) Невысокая температура (60–80°C)  В) Высокое давление (&gt;5 МПа)  Г) Присутствие паров воды в сырье</p>	АБ. Избыток изобутана подавляет олигомеризацию олефинов и повышает селективность по алкилату. Низкая температура благоприятствует реакции алкилирования и снижает скорость побочных реакций (полимеризация, крекинг). Высокое давление не является критичным, вода отравляет кислотные центры.	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора	2	3	3.2 Основные каталитические процессы химической технологии (Изомеризация, Гидрирование, Алкилирование)
87.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Укажите параметр, который является основным для предотвращения перегрева катализатора при полном окислении в кипящем слое</p> <p>А) Высокое давление  Б) Отвод тепла через змеевики или использование псевдооживления  В) Добавление воды  Г) Использование серебряного катализатора</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела																				
88.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Укажите процесс, который не происходит в результате каталитической реакции:</p> <p>А) Образование активированного комплекса;  Б) Реакция активного компонента с носителем;  В) Разложение активированного комплекса;  Г) Адсорбция;  Д) Десорбция.</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)																				
89.	<p><b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b></p> <p>Для расчета теплового баланса реактора окисления необходимо учитывать теплоту реакции, которая для экзотермических реакций имеет _____ знак.</p>	отрицательный ( $\Delta H < 0$ )	Открытый на дополнение	2	2	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)																				
90.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b></p> <p>Рассчитайте адиабатическое увеличение температуры в реакторе окисления <math>SO_2</math> в <math>SO_3</math>, если степень конверсии 90%, а теплота реакции 99 кДж/моль. Теплоемкость газовой смеси 40 Дж/моль·К. (Концентрация <math>SO_2</math> в сырье – 10%).</p>	<p>1. Количество прореагировавшего <math>SO_2</math>: <math>0,9 * 0,1 = 0,09</math> моль на 1 моль смеси.</p> <p>2. Выделилось тепла: <math>0,09 \text{ моль} * 99 \text{ кДж/моль} = 8,91 \text{ кДж}</math>.</p> <p>3. <math>\Delta T = Q / C_p = 8910 \text{ Дж} / (40 \text{ Дж/К}) = 222,75 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p>	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)																				
91.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между веществом и катализатором, используя для его синтеза:</b></p> <table border="1" data-bbox="316 1675 740 1904"> <thead> <tr> <th>Вещество</th> <th>Катализатор</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Формальдегид;</td> <td>А) <math>Bi-Mo-O</math> (с <math>NH_3</math>);</td> </tr> <tr> <td>2. Этиленоксид;</td> <td>Б) <math>Fe-Mo-O / Ag</math>;</td> </tr> <tr> <td>3. Акрилонитрил</td> <td>В) <math>Ag/\alpha-Al_2O_3</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами :</p> <table border="1" data-bbox="316 1966 486 2049"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Вещество	Катализатор	1. Формальдегид;	А) $Bi-Mo-O$ (с $NH_3$ );	2. Этиленоксид;	Б) $Fe-Mo-O / Ag$ ;	3. Акрилонитрил	В) $Ag/\alpha-Al_2O_3$	1	2	3				<table border="1" data-bbox="746 1751 944 1818"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>В</td> <td>А</td> <td>Б</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	В	А	Б	Закрытый на сопоставление	2	3	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
Вещество	Катализатор																									
1. Формальдегид;	А) $Bi-Mo-O$ (с $NH_3$ );																									
2. Этиленоксид;	Б) $Fe-Mo-O / Ag$ ;																									
3. Акрилонитрил	В) $Ag/\alpha-Al_2O_3$																									
1	2	3																								
1	2	3																								
В	А	Б																								

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
92.	<p><b>Прочитайте текст вопроса, выберите один правильный ответ и обоснуйте свой выбор:</b></p> <p>В реакторе каталитического окисления аммиака до оксида азота (II) (<math>4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}</math>) температура газовой смеси на входе составляет <math>250^\circ\text{C}</math>. При повышении температуры входа до <math>300^\circ\text{C}</math> степень конверсии аммиака увеличилась с 85% до 92%. Однако при дальнейшем повышении до <math>350^\circ\text{C}</math> конверсия упала до 88%. Объясните падение конверсии при <math>350^\circ\text{C}</math></p> <p>А) Дезактивация платино-родиевого катализатора вследствие спекания  Б) Смещение термодинамического равновесия экзотермической реакции в сторону исходных веществ (принцип Ле Шателье)  В) Отравление катализатора оксидами азота  Г) Увеличение скорости побочной реакции окисления аммиака до <math>\text{N}_2</math></p>	<p>Б</p> <p>Реакция окисления аммиака до NO сильно экзотермична. Согласно принципу Ле Шателье, повышение температуры смещает равновесие экзотермической реакции влево, в сторону реагентов. При <math>350^\circ\text{C}</math> термодинамический фактор начинает преобладать над кинетическим, поэтому равновесная степень превращения снижается, несмотря на рост константы скорости. Дезактивация катализатора при такой температуре маловероятна (Pt/Rh стабилен до <math>900^\circ\text{C}</math>).</p>	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	2	3	3.3 Основные каталитические процессы химической технологии (Каталитическое окисление, Конденсация)
93.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:</b></p> <p>Укажите математическую модель кинетики, которая часто используется для описания синтеза аммиака на железном катализаторе</p> <p>А) Степенной закон  Б) Модель Ленгмюра-Хиншельвуда  В) Модель Марса-ван Кревелена  Г) Уравнение Фика</p>	Б	Закрытый с выбором одного ответа	1	1	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
94.	<p><b>Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа:</b></p> <p>Укажите определяющие параметры для расчета производительности катализатора в реакторе синтеза аммиака</p> <p>А) Температура (<math>350\text{--}550^\circ\text{C}</math>)  Б) Давление (<math>150\text{--}300</math> атм)  В) Объемная скорость подачи газа (<math>V_{\text{газа}} / V_{\text{кат}}</math>)  Г) Цвет катализатора</p>	А Б В	Закрытый с выбором нескольких ответов	1	1	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
95.	<b>Прочитайте текст и дополните фразу:</b> Величина, обратная объемной скорости ( $t = V_{\text{кат}} / V_{\text{газа}}$ ), называется _____ контакта.	временем	Открытый на дополнение	2	2	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
96.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b> Рассчитайте выход полиэтилена (в кг) за час, если в реактор подается 1000 кг/ч этилена, конверсия этилена 95%, а селективность по полиэтилену 99% (побочные продукты – олигомеры). Молярная масса мономера 28 г/моль.	1. Прореагировало этилена: $1000 * 0,95 = 950$ кг/ч. 2. Пошло на полимеризацию: $950 * 0,99 = 940,5$ кг/ч. 3. Выход полимера $\approx 940,5$ кг/ч (пренебрегая водородом в конце цепей).	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
97.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b> Напишите реакции, протекающие на металлических центрах катализаторов риформинга	Гидрирование, дегидрирование, дегидроизомеризация, дегидроциклизация, гидрогенолиз	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
98.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b> Во сколько раз увеличится скорость прямой и обратной элементарных реакций $A \leftrightarrow 2D$ в газовой фазе при увеличении давления в три раза?	Для решения задачи воспользуемся законом действующих масс. Скорость прямой реакции увеличится в 3 раза, скорость обратной реакции увеличится в 9 раз.	Открытый с развернутым ответом	3	4	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
99.	<b>Прочитайте текст вопроса, выберите два правильных ответа и обоснуйте свой выбор:</b> Укажите методы анализа, необходимые для оценки качества катализатора полимеризации ( $TiCl_4/MgCl_2$ ) А) Определение содержания Cl, Mg и Ti титрованием Б) Измерение размера частиц В) Определение октанового числа Г) Измерение цветности продукта	А Б Для катализатора полимеризации критически химический состав (активность зависит от соотношения Ti/Mg) и морфология (размер частиц определяет форму полимера и технологичность процесса).	Задание комбинированного типа с несколькими ответами и обоснованием выбора	2	3	3.4 Катализаторы синтеза аммиака и мономеров СК
100.	<b>Прочитайте текст вопроса и дайте развернутый ответ:</b>	Скорость подачи кислорода должна быть та-	Открытый с разверну-	3	4	3.4 Катализаторы син-

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Время выполнения задания, мин	Уровень сложности, балл	Номер раздела
	<p>Опишите, как скорость регенерации катализатора выжиганием кокса влияет на целостность гранул. Приведите критерий расчета времени регенерации.</p>	<p>кой, чтобы температура в слое не превышала температуру спекания. Время регенерации <math>t = \frac{\text{Масса кокса}}{\text{Скорость окисления углерода}}</math>. Для контроля используют газовый анализ (CO, CO<sub>2</sub>) на выходе. Слишком быстрая регенерация вызывает перегрев и разрушение (растрескивание) гранул из-за термического стресса.</p>	<p>Тып ответом</p>			<p>теза аммиака и мономеров СК</p>

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

### **Характеристика процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине**

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

Цель текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра.

#### **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.

**Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.**

### **Критерии оценки теста**

Количество верных ответов:

80-100% - оценка «отлично»: обучающийся демонстрирует глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, усвоивший взаимосвязь основных понятий дисциплины; способный самостоятельно приобретать новые знания и умения; способный самостоятельно использовать углубленные знания;

71-85% - оценка «хорошо»: обучающийся демонстрирует полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, показывающий систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности;

50-70% - оценка «удовлетворительно»: обучающийся обнаруживает знание основного учебного программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения, выполняющего задания, предусмотренные программой, допустившим неточности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения;

менее 50% - оценка «неудовлетворительно»: обучающийся демонстрирует пробелы в знаниях основного учебного программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения, а также уровень освоения материала обучающимися.

Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Возможно использовать систему балльно-рейтингового оценивания.

Основанием для определения оценки на зачете служит уровень освоения обучающимся материала и формирования компетенций, предусмотренных учебным планом.

Успеваемость на зачете определяется оценками: «зачтено»; «не зачтено».

Оценка	Критерии оценивания	Балльно-рейтинговая оценка
«Зачтено»	Обучающийся освоил компетенции дисциплины на 51-100 % и показал хорошие знания изученного учебного материала, логично и последовательно изложил и полностью раскрыл смысл предлагаемого вопроса; продемонстрировал умение применить теоретические знания для решения практической задачи; выполнил все контрольные задания, предусмотренные рабочей программой дисциплины	51-100
«Не зачтено»	Обучающийся освоил компетенции дисциплины менее чем на 51% и при ответе на предлагаемый вопрос выявились существенные пробелы в знаниях учебного материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение практической задачи; не в полном объеме выполнил все контрольные задания, предусмотренные рабочей программой дисциплины	0-50