

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Заболотный, Галина Владимировна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 24.06.2023 09:50:53

Уникальный программный ключ:

476db7d4acc3b36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**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.В.ДВ.02.02 «Основы гомогенного и гетерогенного катализа в нефтехимии»

<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>	2020
<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>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет с оценкой

## **Б1.В.ДВ.02.02 «Основы гомогенного и гетерогенного катализа в нефтехимии»**

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 № 1005 от 11.08.2016 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических  
наук

(должность, степень, ученое звание)

О.В Хабибрахманова

(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

## **СОГЛАСОВАНО:**

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

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной  
программы

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
4.1 Содержание лекционных занятий .....	7
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) .....	10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	11
9. Методические материалы .....	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	13

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

Код и наименование компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции	
ПК-18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Владеть методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов; навыками обработки данных испытаний, анализа и интерпретации с учетом их значимости, и соответствия теории; навыками проведения материальных и тепловых расчетов
	Знать влияние различных факторов на технологию и физико-химические свойства конечного продукта процессов гомогенного и гетерогенного катализа нефтехимических производств; возможности и области применения современных приборов и оборудования, методики анализа каталитических процессов в нефтехимии
	Уметь находить научную информацию, необходимую для расширения области профессиональных интересов, составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа; организовать и провести лабораторные эксперименты и испытания на модельных установках каталитических процессов в нефтехимии; документировать ход испытаний и результаты
ПК-20 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеть практическими навыками применения передового мирового опыта при осуществлении профессиональной деятельности
	Знать номенклатуру научно-технической информации по химической технологии и процессам гомогенного и гетерогенного катализа нефтехимических производств
	Уметь использовать отечественный и зарубежный опыт при разработке и проектировании процессов и аппаратов химической технологии катализа в нефтехимии; пользоваться научно-технической информацией при осуществлении проектных и расчетных работ
ПК-3 готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	Владеть простейшими операциями определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа
	Знать классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых, в частности, в катализе нефтепереработки; маркировку материалов, используемых, в частности, в гомогенном и гетерогенном катализе нефтехимических производств

Уметь анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в гомогенном и гетерогенном катализе нефтехимических производств; рационально подобрать конструкционный материал для проведения каталитического химико-технологического процесса

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

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

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-18	Материальные и тепловые расчеты в химической технологии; Основы химии и технологии высокомолекулярных соединений; Основы химии и технологии поверхностно-активных веществ; Технология смазочных материалов; Химическое сопротивление материалов и защиты от коррозии	Катализ в нефтепереработке; Катализ в химической технологии; Проектирование элементов оборудования химической отрасли; Теория и технология химических процессов органического и нефтехимического синтеза; Теория и технология химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов	Минеральные и синтетические масла; Проектирование элементов оборудования химической отрасли; Теория и технология химических процессов органического и нефтехимического синтеза; Теория и технология химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов
ПК-20	Иностранный язык профессионального общения; Основы проектирования и оборудования химических производств; Основы технического регулирования и управления качеством; Основы химии и технологии высокомолекулярных соединений; Основы химии и технологии поверхностно-активных веществ; Проектирование деталей, машин и аппаратов; Технология смазочных материалов	Аналитический контроль качества производства; Катализ в нефтепереработке; Катализ в химической технологии; Проектирование элементов оборудования химической отрасли; Теория и технология химических процессов органического и нефтехимического синтеза; Теория и технология химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов; Технология глубокой переработки нефти; Технология производства топлива и энергии из органического сырья; Физико-химические методы анализа продуктов нефтехимии; Физико-химические методы анализа товарных нефтепродуктов	Проектирование элементов оборудования химической отрасли; Теория и технология химических процессов органического и нефтехимического синтеза; Теория и технология химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов

ПК-3	Основы технического регулирования и управления качеством; Химическое сопротивление материалов и защиты от коррозии; Химия нефти и газа	Аналитический контроль качества производства; Катализ в нефтепереработке; Катализ в химической технологии; Физико-химические методы анализа продуктов нефтехимии; Физико-химические методы анализа товарных нефтепродуктов	
------	--	--	--

**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	7 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:	112	112
подготовка к зачету	8	8
подготовка к практическим занятиям	16	16
составление конспектов	88	88
<b>Итого: час</b>	144	144
<b>Итого: з.е.</b>	4	4

**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	Основы общей теории механизмов органических реакций	6	0	6	34	46
2	Гомогенный катализ	4	0	4	36	44
3	Гетерогенный катализ	6	0	6	42	54
	<b>Итого</b>	16	0	16	112	144

## 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>7 семестр</b>				
1	Основы общей теории механизмов органических реакций	Основы общей теории механизмов органических реакций	Основы общей теории механизмов органических реакций. Конкуренция гомолитических и гетеролитических механизмов, цепных и нецепных. Синхронные механизмы, их признаки и особенности. Методы инициирования радикальных процессов.	2
2	Основы общей теории механизмов органических реакций	Основные особенности и значение явлений катализа	Основные особенности и значение явлений катализа, его сущность; роль катализа в становлении и развитии современной промышленности; формы промежуточного взаимодействия катализаторов с реагентами в случае катализа в газовой и жидкой фазах, а также на поверхности твердых тел.	2
3	Основы общей теории механизмов органических реакций	Катализаторы нефтехимических производств	Катализаторы нефтехимических производств. Классификация катализаторов на основе их химического состава. Классификация катализаторов на основе фазового состояния компонентов. Классификация каталитических процессов	2
4	Гомогенный катализ	Гомогенный катализ и его кинетические закономерности	Гомогенный катализ и его кинетические закономерности. Кислотно-основной катализ в разбавленных и концентрированных растворах и его закономерности. Уравнение Гаммета, уравнение Бренстеда. Связь между термодинамическими и кинетическими параметрами процесса. Принцип линейности свободных энергий. Другие корреляционные уравнения и анализ их применимости для оценки реакционной способности органических соединений	2
5	Гомогенный катализ	Катализ органических реакций	Нуклеофильный катализ органических реакций. Ферментативный катализ органических реакций. Металлокомплексный катализ органических реакций. Межфазный катализ органических реакций. Катализ гетерополикислотами	2
6	Гетерогенный катализ	Теоретические основы гетерофазных и гетерогенных каталитических реакций	Теоретические основы гетерофазных и гетерогенных каталитических реакций. Особенности протекания гетерофазных каталитических реакций. Кинетическая область гетерофазных реакций	2

7	Гетерогенный катализ	Гетерофазные реакции	Диффузионная область гетерофазных реакций. Селективность гетерофазных реакций. Особенности гетерогенных реакций. Гетерогенный катализ, его кинетика, роль диффузии, адсорбции, теплопередачи. Кинетическая область гетерогенно-каталитических реакций, уравнения скорости и основные закономерности	2
8	Гетерогенный катализ	Селективность гетерогенно-каталитических реакций	Кинетика реакций на однородной и неоднородной поверхности. Гетерогенный катализ при лимитирующей адсорбции (десорбции). Внешне- и внутридиффузионные области гетерогенного катализа. Селективность гетерогенно-каталитических реакций	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>7 семестр</b>				
1	Основы общей теории механизмов органических реакций	Виды катализа	Виды катализа. Общие закономерности катализа	2
2	Основы общей теории механизмов органических реакций	Основы катализа	Теоретические основы катализа нефтехимических производств	2
3	Основы общей теории механизмов органических реакций	Характеристика основных катализаторов нефтехимии	Основные характеристики катализаторов нефтехимии	2
4	Гомогенный катализ	Гомогенные каталитических процессов	Механизм протекания гомогенных каталитических процессов	2
5	Гомогенный катализ	Виды гомогенного катализа	Гомогенный катализ, его особенности и характеристики	2
6	Гетерогенный катализ	Гетерогенный катализ	Общие понятия и закономерности гетерогенного катализа	2



7	Гетерогенный катализ	Носители гетерогенных катализаторов	Носители гетерогенных катализаторов и их характеристики. Требования к носителям	2
8	Гетерогенный катализ	Адсорбция в гетерогенном катализе	Значение адсорбции в гетерогенном катализе	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>7 семестр</b>			
Основы общей теории механизмов органических реакций	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Общие понятия о механизмах органических реакций. Три основных фактора, определяющих механизм протекания реакций. Понятие о гомолитическом и гетеролитическом разрыве связи. Радикальный и ионный механизм реакции. Понятие электрофил и нуклеофил. Примеры электрофилов и нуклеофилов среди органических молекул и частиц.	28
Основы общей теории механизмов органических реакций	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по темам проведения практического занятия, оформление отчета	6
Гомогенный катализ	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Классификация гомогенно-каталитических реакций. Примеры промышленных гомогенных процессов. Механизм гомогенного катализа	32
Гомогенный катализ	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по темам проведения практического занятия, оформление отчета	4
Гетерогенный катализ	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Гетерогенный катализ. Его значение в промышленных процессах. Типы гетерогенно каталитических процессов, классификация катализаторов. Требования к гетерогенным катализаторам.	28
Гетерогенный катализ	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по темам проведения практического занятия, оформление отчета	6

Гетерогенный катализ	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам к зачету	8
<b>Итого за семестр:</b>			<b>112</b>
<b>Итого:</b>			<b>112</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	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
2	Катализ в органической технологии; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  79299">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  79299</a>	Электронный ресурс
3	Катализ в процессах (co)полимеризации и (co)поликонденсации; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  61975">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  61975</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
4	Методы исследования каталитических свойств гетерогенных катализаторов; Издательский Дом Томского государственного университета, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109038">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109038</a>	Электронный ресурс
5	Методы исследования каталитических свойств гетерогенных катализаторов; Издательский Дом Томского государственного университета, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109038">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  109038</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.

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

2	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
4	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное

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

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Нефтепереработка и нефтехимия. Электронная библиотека.	<a href="http://oilr.ru/">http://oilr.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа
2	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
3	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Химия. Образовательный сайт	<a href="http://hemi.wallst.ru/">http://hemi.wallst.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа

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

### Лекционные занятия

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещение оснащено набором демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук с выходом в сеть Интернет, учебно-наглядными пособиями: комплект плакатов и специализированной мебелью.

### Практические занятия

Практические занятия (семинарского типа):

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитория для практических и семинарских занятий). Помещение оснащено специализированной мебелью.

### Лабораторные занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### Самостоятельная работа

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

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

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

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

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

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.В.ДВ.02.02 «Основы гомогенного и  
гетерогенного катализа в нефтехимии»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.В.ДВ.02.02 «Основы гомогенного и гетерогенного катализа в нефтехимии»**

<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>	2020
<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>	144 / 4
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет с оценкой

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)</b>
Профессиональные компетенции	
ПК-18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Владеть методами анализа и прогнозирования изменений технико-экологических показателей процессов катализа, формулирования выводов; навыками обработки данных испытаний, анализа и интерпретации с учетом их значимости, и соответствия теории; навыками проведения материальных и тепловых расчетов
	Знать влияние различных факторов на технологию и физико-химические свойства конечного продукта процессов гомогенного и гетерогенного катализа нефтехимических производств; возможности и области применения современных приборов и оборудования, методики анализа каталитических процессов в нефтехимии
	Уметь находить научную информацию, необходимую для расширения области профессиональных интересов, составлять алгоритм решения возникающих задач при осуществлении материальных и тепловых расчетов процессов катализа; организовать и провести лабораторные эксперименты и испытания на модельных установках каталитических процессов в нефтехимии; документировать ход испытаний и результаты
ПК-20 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеть практическими навыками применения передового мирового опыта при осуществлении профессиональной деятельности
	Знать номенклатуру научно-технической информации по химической технологии и процессам гомогенного и гетерогенного катализа нефтехимических производств
	Уметь использовать отечественный и зарубежный опыт при разработке и проектировании процессов и аппаратов химической технологии катализа в нефтехимии; пользоваться научно-технической информацией при осуществлении проектных и расчетных работ
ПК-3 готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	Владеть простейшими операциями определения свойств материалов, используемых, в частности, в процессах катализа
	Знать классификацию, структуру, состав и свойства материалов, используемых, в частности, в катализе нефтепереработки; маркировку материалов, используемых, в частности, в гомогенном и гетерогенном катализе нефтехимических производств

Уметь анализировать физико-химические и механические свойства материалов, их коррозионную стойкость и технологичность, используемых в гомогенном и гетерогенном катализе нефтехимических производств; рационально подобрать конструкционный материал для проведения каталитического химико-технологического процесса



## Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Компетенции	Оценочные средства			
	Текущий контроль			Промежуточный контроль (зачет)
	Оценочное средство 1 (устный опрос)	Оценочное средство 2 (практические занятия)		Вопросы к зачету с оценкой
ПК-3	35 02.02 (ПК-3) У5 02.02 (ПК-3)	35 02.02 (ПК-3) У5 02.02(ПК-3) В5 02.02 (ПК-3)		35 02.02 (ПК-3) У5 02.02(ПК-3) В5 02.02 (ПК-3)
ПК-18	38 02.02(ПК-18) У8 02.02(ПК-18)	38 02.02(ПК-18) У8 02.02(ПК-18) В8 02.02 (ПК-18)		38 02.02(ПК-18) У8 02.02(ПК-18) В8 02.02 (ПК-18)
ПК-20	36 02.02 (ПК-20) У6 02.02 (ПК-20)	36 02.02 (ПК-20) У6 02.02(ПК-20) В6 02.02(ПК-20)		36 02.02 (ПК-20) У6 02.02(ПК-20) В6 02.02(ПК-20)

### Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций (промежуточного контроля)

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

**Форма оценки знаний (зачет с оценкой; экзамен):** оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

#### Шкала оценивания:

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

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

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

**«Неудовлетворительно»** – выставляется, если при ответе обучающегося выявились

существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

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

Лабораторные работы и практические занятия оцениваются: «зачет», «незачет». Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет с оценкой)**

1. Общие понятия катализа: определение катализа, ингибирования, гомогенного и гетерогенного катализа, активности, стабильности, селективности.
2. Типы каталитических реакций
3. Формы промежуточного химического взаимодействия при катализе
4. Особенности гетерогенно-каталитических процессов: сродство к катализатору, избирательность, отравление катализатора, промотирование, модифицирование.
5. Роль катализа в нефтехимической промышленности: общая характеристика каталитических процессов.
6. Механизм гомогенного катализа
7. Кислотно-основный катализ
8. Гомогенный катализ кислотами и основаниями в растворе
9. Роль протонированных и депротонированных структур в кислотно-основном катализе
10. Скорость реакций переноса протона в растворе
11. Кинетика кислотно-основных каталитических реакций.
12. Соотношение Бренстеда
13. Гомогенный катализ в газовой фазе
14. Принципы каталитического действия кислот и оснований
15. Принципы каталитического действия комплексов металлов
16. Катализ окислами, классификация механизмов каталитического окисления
17. Свойства гетерогенных катализаторов
18. Гетерогенный катализ твердыми катализаторами
19. Гетерогенные металлоорганические катализаторы
20. Каталитический цикл как последовательность ключевых стадий
21. Правила Хиггинсона, Пирсона и Толмана для цикла. Матричный эффект
22. Правило Г.К. Борескова о примерном постоянстве удельной каталитической активности
23. Поверхностное взаимодействие реагирующих веществ с катализатором
24. Химическая адсорбция. Потенциальная кривая для гетерогенной каталитической реакции
25. Сравнение скоростей реакций гомогенного и гетерогенного катализа

**Оценочное средство 1 (Примерные вопросы к устному опросу)**

**Раздел 1. Основы общей теории механизмов органических реакций**

1. Основы теории катализа
2. Современное определение катализа
3. Катализ и химическое равновесие
4. Промежуточные соединения в катализе
5. Факторы каталитического ускорения реакций
6. Взаимодействие реакционной среды и катализатора

**Раздел 2. Гомогенный катализ**

1. Общие сведения о гомогенном катализе
2. Кислотно-основной гомогенный катализ
3. Протонодонорные свойства кислот в водных растворах

4. Протоноакцепторные свойства субстратов каталитических реакций
5. Механизм и кинетика каталитических реакций в растворах кислот
6. Основные типы химических превращений, катализируемых кислотами Брэнстеда
7. Химические превращения, катализируемые основаниями Брэнстеда
8. Химические превращения, катализируемые кислотами Льюиса
9. Окислительно-восстановительный гомогенный катализ
10. Гомогенный катализ металлокомплексами

### Раздел 3. Гетерогенный анализ

1. Гетерогенный катализ
2. Общие сведения о гетерогенном катализе
3. Состав и структура гетерогенных катализаторов
4. Отравление и старение катализаторов
5. Активные центры гетерогенных катализаторов
6. Кислотно-основной гетерогенный катализ
7. Окислительно-восстановительный гетерогенный катализ
8. Бифункциональный гетерогенный катализ
9. Катализ цеолитами (молекулярными ситами)
10. Размерные эффекты и нанокатализ
11. Кинетика и макрокинетика гетерогенных каталитических реакций
12. Внутркинетическая область гетерогенных каталитических реакций
13. Внутридиффузионная область гетерогенных каталитических реакций

### Критерии оценки

Критерий	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
1. Соответствие ответа сформулированным вопросам	Не соответствует	Частично соответствует	Преимущественно соответствует	Соответствует
2. Степень полноты и правильность ответа	Ответ отсутствует	В ответе имеются 3 и более ошибки	В ответе присутствуют 1-2 несущественные ошибки	Ответ дан верно и полностью
3. Степень обоснованности (аргументация ответа)	Обоснование отсутствует или содержит грубые ошибки	Обоснование имеет ошибки	Обоснование проведено с учетом части изученного материала	Обоснование проведено верно на основе всего изученного материала, профессиональных знаний и информации
4. Соответствие профессиональному стандарту	Не соответствует	Пропущены 1-2 ключевых профессиональных действия в процессе решения поставленной задачи	Последовательность профессиональных действий при решении задачи представлена частично	Представлена верная последовательность профессиональных действий в процессе решения задачи

## **Оценочное средство 2 (Примерный перечень вопросов к отчету по практическим занятиям)**

### **Практическое занятие 1. Виды катализа. Общие закономерности катализа**

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

### **Практическое занятие 2. Теоретические основы катализа нефтехимических производств**

1. Катализ в решении проблем нефтехимии и нефтепереработки
2. Катализаторы процессов нефтехимии и нефтепереработки
3. Катализ и химическое равновесие
4. Основные принципы катализа
5. Главные особенности каталитических реакций
6. Основные характеристики катализаторов: активность, селективность, стабильность.
7. Связь энергии взаимодействия с поверхностью и каталитической активности, принцип Сабатье

### **Практическое занятие 3. Характеристика основных катализаторов нефтехимии**

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

### **Практическое занятие 4-5. Механизм протекания гомогенных каталитических процессов. Виды гомогенного катализа**

1. Гомогенный катализ и его кинетические закономерности
2. Ионные, радикальные и молекулярные каталитические реакции
3. Кислотно-основный катализ в разбавленных и концентрированных растворах и его закономерности
4. Уравнение Гаммета, уравнение Бренстеда
5. Специфический и общий основной катализ
6. Твердые кислоты как катализаторы. Цеолиты и их свойства
7. Преимущества и недостатки гомогенного катализа
8. Примеры промышленных гомогенных процессов
9. От каких факторов зависит скорость гомогенного каталитического процесса?

### **Практическое занятие 6-7. Общие понятия и закономерности гетерогенного катализа Носители гетерогенных катализаторов**

1. Преимущества гетерогенного катализа перед гомогенным

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

### Практическое занятие 8. Значение адсорбции в гетерогенном катализе

1. Физическая адсорбция и химическая адсорбция (хемосорбция). Основные понятия
2. Сравнение физадсорбции и хемосорбции
3. Что является наиболее важными факторами, влияющими на кинетику гетерогенной химической реакции?
4. Критерии физической и химической адсорбции
5. Количественное выражение величины адсорбции
6. Изотермы, изобары и изостеры адсорбции

#### Критерии оценки

Критерий	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
1. Соответствие ответа сформулированным вопросам	Не соответствует	Частично соответствует	Преимущественно соответствует	Соответствует
2. Степень полноты и правильность ответа	Ответ отсутствует	В ответе имеются 3 и более ошибки	В ответе присутствуют 1-2 несущественные ошибки	Ответ дан верно и полностью
3. Степень обоснованности (аргументация ответа)	Обоснование отсутствует или содержит грубые ошибки	Обоснование имеет ошибки	Обоснование проведено с учетом части изученного материала	Обоснование проведено верно на основе всего изученного материала, профессиональных знаний и информации
4. Соответствие профессиональному стандарту	Не соответствует	Пропущены 1-2 ключевых профессиональных действия в процессе решения поставленной задачи	Последовательность профессиональных действий при решении задачи представлена частично	Представлена верная последовательность профессиональных действий в процессе решения задачи

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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

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

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

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