

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

Мацулевич Ж.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.1.1 Катализ в нефтехимическом синтезе

Разработчик: Гринвальд И.И., д.х.н. профессор

1

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 922 на основании учебного плана 2025 года приема, принятого УМС НГТУ, протокол от 12.12.2024 г. № 5.

Рабочая программа принята на заседании кафедры

«Технология электрохимических производств и химии органических веществ» (ТЭПиХОВ)

Протокол заседания от «03» марта 2025 г. №6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Ивашкин Е.Г. _____

Рабочая программа утверждена на заседании Учебно-методического совета института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «20» марта 2025 г. №6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	20
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	21
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	21
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	22
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	22
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	23
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ	23
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	24
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	24
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются освоение общепрофессиональных компетенций, подготовка к производственно-технологической и научно-исследовательской профессиональной деятельности

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление студентов с историей и логикой развития катализа в нефтехимическом синтезе и основных открытий в этой области.
- освоение основных теорий каталитических процессов, позволяющих описать механизм катализа в нефтехимическом синтезе, пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирование навыков по применению фундаментальных положений теоретических основ катализа к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Катализ в нефтехимическом синтезе» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы направленности (профиля) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физическая химия» и «Органическая химия» в объеме курса бакалавриата.

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилям подготовки «Химическая технология природных энергоносителей»: «Оборудование нефтехимических производств», «Химия и глубокая переработка нефти и газа».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по специальности: 18.03.01 «Химическая технология»

ПК-3. Способен обеспечивать выработку продукции, контролировать режим эксплуатации технологических объектов и структурных подразделений нефтегазоперерабатывающего производства в соответствии с регламентом

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-3								
<i>Теоретические основы природный энергоносителей</i>								
<i>Реакторы нефтехимических производств</i>								
<i>Химия и глубокая переработка нефти и газа</i>								
<i>Смазочные материалы</i>								
<i>Химическая технология природных энергоносителей</i>								
<i>Производство катализаторов</i>								
<i>Оборудование нефтехимических производств</i>								
<i>Моделирование нефтехимических производств</i>								
<i>Катализ в нефтехимическом синтезе</i>								
<i>Технологическая практика</i>								
<i>Научно-исследовательская работа</i>								
<i>Преддипломная практика</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>								

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
Тип профессиональной деятельности – научно-исследовательский						
Трудовая функция: В/04.6 (ПС 19.002) Технологическое сопровождение процесса переработки нефти, газа и химического сырья						
ПК-3. Способен обеспечивать выработку продукции, контролировать режим эксплуатации технологических объектов и структурных подразделений нефтегазоперерабатывающего производства в соответствии с регламентом	ИПК-3.1. Выявляет способы повышения эффективности работы технологического объекта ИПК-3.2. Осуществляет контроль режимов эксплуатации в соответствии с регламентом нефтехимических производств ИПК-3.3. Совершенствует организацию труда и управления технологическими объектами и структурными подразделениями нефтегазоперерабатывающего производства	Знать: теорию катализа в нефтехимическом синтезе; способы получения и свойства катализаторов нефтехимического синтеза; типы каталитических процессов и механизмы их протекания; основные принципы построения технологии каталитического нефтехимического синтеза.	Уметь: выявлять способы повышения эффективности каталитических процессов; применять современные теоретические концепции катализа для объяснения протекания химических реакций; применять теорию и прикладные методы катализа для построения технологии получения продуктов с заданными свойствами в нефтехимическом синтезе.	Владеть: методами управления селективностью каталитических систем; методами организации и управления каталитическими процессами, способами регенерации, активации и замены каталитических систем нефтехимической отрасли.	Опрос.	Экзаменационные вопросы

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	Всего о час.	В т.ч. по семестрам
		8 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	44	44
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	40	40
занятия лекционного типа (Л)	20	20
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	20	20
лабораторные работы (ЛР)		
Контроль (КСР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе:	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС):	64	64
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	46	46
Подготовка к зачету	18	18

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практичес- кие занятия				
8 семестр								
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ИПК-3.3	Раздел 1. Фундаментальные основы катализа						1. Диагностический безоценочный контроль, взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные задания по основным теориям и закономерностям; 3. Блиц-опрос по основным понятиям; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.	Конспект лекций
	Тема 1.1. Исторические этапы развития теории и практики каталитических процессов	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.2. Основные закономерности гетерогенного катализа.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.3. Адсорбция, диффузия и десорбция в каталитических процессах	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.4. Межмолекулярные взаимодействия на поверхности катализаторов.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.5. Классические теории каталитической активности на твердой поверхности.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		

	Тема 1.6. Квантовая теория каталитической активности твердых тел.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания. В ходе объяснения и закрепления нового материала материалы должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории.	
	Тема 1.7. Каталитическая активность кристаллов.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.8. Принципы построения модели гетерогенных каталитических процессов	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				8,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	8,0			8,0			
Раздел 2. Катализаторы и основные способы их приготовления								
	Тема 2.1 Основные типы катализаторов и способы их приготовления.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		

	Тема 2.2. Адсорбенты и носители.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 2.3. Приготовление катализаторов на носителях.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				8,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	3,0			8,0			
	Раздел 3. Каталитический гидрокрекинг нефтяного сырья							
	Тема 3.1. Теоретические основы каталитического крекинга.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 3.2. Модели и механизм реакций каталитического крекинга.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 3.3. Типы и свойства катализаторов крекинг-процессов. Технологические требования к катализаторам.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 3.4. Основные технологические схемы промышленного каталитического крекинга нефтяного сырья.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				8,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа							

	контрольная работа						
	Итого по 3 разделу	5,0			8,0		
	Раздел 4. Каталитический гидрокрекинг нефтяного сырья						
	Тема 4.1. Катализаторы гидрокрекинга. Природные и синтетические катализаторы. Способы их подготовки и технологические требования к катализаторам гидрокрекинга.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	
	Тема 4.2. Модели и механизм процессов гидрокрекинга.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	
	Тема 4.3. Гидроочистка нефтяного сырья.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				6,0		
	реферат, эссе (тема)						
	расчётно-графическая работа						
	(РГР)						
	контрольная работа						
	Итого по 4 разделу	4,0			6,0		
	Раздел 5. Методы исследования механизма каталитических процессов, строения и свойств катализаторов.						
	Тема 5.1. Спектральные методы.			1,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]	
	Тема 5.2. Рентгеноструктурные			1,0	2,0	Подготовка к	

методы.					практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		
Тема 5.3. Электронная микроскопия.			1,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		
Тема 5.4. Экспериментальные методы определения активности катализаторов.			1,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		
Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				8,0			
реферат, эссе (тема)							
расчётно-графическая работа (РГР)							
контрольная работа							
Итого по 5 разделу			4,0	8,0			
Раздел 6. Промышленные технологии производства катализаторов							
Тема 6.1. Технологические схемы производства катализаторов промышленного крекинга и гидрокрекинга.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		
Тема 6.2. Технологические схемы производства катализаторов промышленного риформинга и платформинга.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		
Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:							
реферат, эссе (тема)							
расчётно-графическая работа (РГР)							
контрольная работа							
Итого по 6 разделу			4,0				
Раздел 7. Промышленные технологии каталитического крекинга							
Тема 7.1. Каталитический крекинг алканов.и циклоалканов.			4,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]		

Тема 7.2. Каталитический крекинг алкенов и ароматических углеводородов.			4,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]
Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				4,0	
реферат, эссе (тема)					
расчётно-графическая работа (РГР)					
контрольная работа					
Итого по 7 разделу			8,0	4,0	
Раздел 8. Гидрогенизационные процессы переработки нефти					
Тема 8.1. Технологические схемы гидрогенизационных процессов			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]
Тема 8.2. Технологии промышленных процессов гидроочистки нефтяных фракций			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.3], [6.2.5], [6.2.6]
Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				4,0	
реферат, эссе (тема)					
расчётно-графическая работа (РГР)					
контрольная работа					
Итого по 8 разделу			4,0	4,0	
ИТОГО ЗА 8 СЕМЕСТР	20,0		20,0	46,0	
ИТОГО по дисциплине	20,0		20,0	46,0 64	

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ и примеры заданий для контрольных работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета с оценкой в 8 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «ТЭП и ХОВ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле по дисциплине - зачет с оценкой

Наименование компетенций и дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Шкала оценивания	Зачет с оценкой
ПК-3	$40 < R \leq 50$	Зачет, отлично
Теоретические основы природный энергоносителей	$30 < R \leq 40$	Зачет, хорошо
	$20 < R \leq 30$	Зачет. удовлетворительно
	$0 < R \leq 20$	Незачет, неудовлетворительно
Реакторы нефтехимических производств		
Химия и глубокая переработка нефти и газа		
Смазочные материалы		
Химическая технология природных энергоносителей		
Производство катализаторов		
Оборудование нефтехимических производств		
Физико-химические процессы и аппараты производств ИЭТ		

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «незачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен обеспечивать выработку продукции, контролировать режим эксплуатации технологических объектов и структурных подразделений нефтегазоперерабатывающего производства в соответствии с регламентом	ИПК-3.1. Выявляет способы повышения эффективности работы технологического объекта	Не знаком с механизмами 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.	Слабо знаком с механизмами 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.	Хорошо знаком с механизмами 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.	Владеет механизмами 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.
	ИПК-3.2. Осуществляет контроль режимов эксплуатации в соответствии с регламентом нефтехимических производств	Не знаком с математическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Слабо знаком с математическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Имеет слабые понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Хорошо знаком с математическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Имеет нормальные понятия о современном состоянии исследований в указанных областях	Владеет математическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

				знаний.	
	ИПК-3.3. Совершенствует организацию труда и управления технологическими объектами и структурными подразделениями нефтегазоперерабатывающего производства	Не знаком с физическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Слабо знаком с физическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Имеет слабые понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Хорошо знаком с физическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Имеет нормальные понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.	Владеет физическими методами для решения задач профессиональной деятельности. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» , зачет заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» , зачет заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» , зачет заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» , незачет заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издатель-ство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Гринвальд И.И., Бажан Л.И., Капустин Р.В.	Катализ в нефтехимическом синтезе	Изд-во НГТУ Н.Новгород, 2021. -121 с.	Учебное пособие	10

6.1.2.	Еремеев И.В.	Гетерогенный катализ. Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов	Изд-во НГТУ, Н. Новгород, 2019. – 128 с.	Учебное пособие	[Элек-тронный ресурс библиотеки НГТУ] https://library.nntu.ru/megapro/web
6.1.3.	М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова и др.	Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки	Казань : КНИТУ, 2018. — 316 с.	Учебное пособие https://e.lanbook.com/book/119306 (дата обращения: 21.02.2022). — Режим доступа: для авторизованных пользователей	[Элек-тронный ресурс библиотеки НГТУ] (https://e.lanbook.ru/) Лань : электронно-библиотечная система.
6.1.4.	Шлыков, С. А	Катализ в промышленности. Теория и прикладные каталитические процессы	Иваново : ИГХТУ, 2018. — 101 с.	Учебник https://e.lanbook.com/book/167911 (дата обращения: 21.02.2022). — Режим доступа: для авторизованных пользователей.	[Элек-тронный ресурс библиотеки НГТУ] (https://e.lanbook.ru/) Лань : электронно-библиотечная система.

7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронный ресурс библиотеки НГТУ (<https://e.lanbook.ru/>) Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл. с экрана.
4. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
5. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 1160 – 15 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

При проведении лекций и лабораторных практикумов на кафедре используется материально-техническое оснащение аудиторий и лабораторий кафедры, применяемое в реализации учебного процесса, приведенное в образовательной программе профиля «Технология электрохимических производств»: лабораторные приборы (комплект лабораторного оборудования для контроля качества материалов, приборы для контроля качества получаемых покрытий); компьютерная и офисная техника (ПК, принтер, копировальная техника).

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024). Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)
2	1118 Лабораторный зал Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 24 чел. 1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5; 2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5; 3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.	1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777); 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (безсрочная)); (1 шт.) 4. ПО для потенциостата PS-Pack 5. ПО для импеденсметра Zpack

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Катализ в нефтехимическом синтезе», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭП и ХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой в 8 семестре с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

В ходе практических занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы практических занятий являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭП и ХОВ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- теоретический опрос;
- зачет с оценкой.

11.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой.

1. Примеры и общие схемы гетерогенных каталитических реакций.
2. Термодинамический аспект гетерогенных каталитических реакций.
3. Изменение потенциальной энергии системы в каталитических реакциях.
4. Основные принципы гетерогенного катализа.
5. Структурные и энергетические факторы в гетерогенном катализе.
6. Механизмы процессов, протекающих на поверхности катализатора.
7. Теоретические основы каталитической активности твердых тел.

8. Основные требования к промышленным катализаторам.
9. Стабильность и регенерация катализаторов.
10. Основные типы промышленных катализаторов.
11. Способы приготовления катализаторов.
12. Структура и каталитические свойства цеолитов и алюмосиликатов.
13. Применение цеолитов и алюмосиликатов в нефтехимическом синтезе.
14. Производство катализаторов для крекинга.
15. Производство катализаторов для гидрокрекинга.
16. Каталитический крекинг алканов и циклоалканов.
17. Каталитический крекинг алкенов и ароматических соединений.
18. Производство непредельных соединений в нефтехимическом синтезе.
19. Механизмы процессов крекинга и каталитического крекинга, сопутствующие реакции.
20. Промышленные технологии каталитического крекинга.
21. Химические основы процесса каталитического риформинга.
22. Каталитический риформинг в промышленности.
23. Каталитический синтез высокооктановых компонентов топлив.
24. Химические основы гидрогенизационных процессов.
25. Гидроочистка нефтяных фракций.
26. Гидрокрекинг с получением топлив и масел.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ТЭП и ХОВ»