

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 18.03.2024 09:55:38
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04e7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Рабочая программа дисциплины (модуля) Технология глубокой переработки нефти

Закреплена за подразделением

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288

в том числе:

аудиторные занятия 32

самостоятельная работа 238

часов на контроль 18

Формы контроля на курсах:

экзамен 4

курсовая работа 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	12	12	12	12
Практические	20	20	20	20
В том числе инт.	18	18	18	18
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	238	238	238	238
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Алексеев Д.И.

Рабочая программа

Технология глубокой переработки нефти

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 02.04.2021 г. № 119о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология, 18.03.01_24_ХимТехнология_ПрПЭиУМ_заоч.rlx Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2023, протокол № 49

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.03.01 Химическая технология, Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 30.11.2023, протокол № 49

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Протокол от 13.03.2024 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н. Швалёва А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	• научить основным принципам расчета и проектирования технологии
1.2	переработки нефти;
1.3	• научить принципам оптимизации технологических процессов
1.4	действующих и проектируемых предприятий нефтепереработки и нефтехимии,
1.5	• привить навыки использования знаний, полученных по
1.6	общеобразовательным и специальным дисциплинам, при разработке и
1.7	проектировании технологии подготовки и переработки углеводородного сырья;
1.8	• выработать умение прогнозировать характер, свойства и область
1.9	применения получаемых продуктов переработки нефтяного и газового сырья.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Массообменные процессы химической технологии	
2.1.2	Первичная переработка углеводородных газов	
2.1.3	Подготовка углей для коксования	
2.1.4	Общая химическая технология	
2.1.5	Процессы и аппараты химической технологии	
2.1.6	Химия высокомолекулярных соединений	
2.1.7	Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	
2.2.3	Системы управления химико-технологическими процессами	
2.2.4	Физико-химические основы нефтяных дисперсных систем	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования
Знать:
ПК-4-31 основные виды продукции нефтеперерабатывающего предприятия
ПК-4-32 основные показатели эффективности работы нефтеперерабатывающего предприятия
ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и с учетом системы автоматизированного управления производственными процессами
Знать:
ПК-3-31 основные технологии переработки нефти
ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования
Уметь:
ПК-4-У2 оценить эффективность действующей технологической схемы нефтепереработки
ПК-4-У1 оценить качество продуктов нефтепереработки на основе показателей качества
ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и с учетом системы автоматизированного управления производственными процессами
Уметь:
ПК-3-У2 рассчитывать основные процессы нефтепереработки

ПК-4: Способен оценивать техническое состояние и эффективность работы оборудования, предлагать совершенствование конструкции отдельных элементов оборудования, осуществлять рациональный выбор типового оборудования

Владеть:

ПК-4-В2 навыками оптимизации технологических схем нефтепереработки с целью повышения их эффективности или производства нового вида продукции

ПК-4-В1 навыками оперирования технологическими параметрами переработки нефти

ПК-3: Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и с учетом системы автоматизированного управления производственными процессами

Владеть:

ПК-3-В1 навыками чтения технологических схем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Современное состояние топливно-энергетического комплекса в мире							
1.1	География месторождений и запасы горючих ископаемых в мире /Лек/	4	0,5		Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.2	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Значение горючих ископаемых в мировой экономике. Динамика добычи нефти в мире. Развитие нефтяной промышленности в России /Ср/	4	5		Л1.1 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.3	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Топливно-энергетический баланс в странах мира /Ср/	4	2		Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1
1.4	Краткие сведения о геологии, добычи и транспортировке нефти и газа /Пр/	4	0,5		Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.5	Мировое развитие топливной промышленности /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
1.6	Развитие нефтеперерабатывающей промышленности /Пр/	4	0,5	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Современные представления о происхождении горючих ископаемых							
2.1	Основы био- и геохимии горючих ископаемых /Лек/	4	0,5		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.2	Современные теории о происхождении нефти /Пр/	4	0,5		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			

2.3	Основные положения современной органической теории происхождения нефти /Лек/	4	0,5	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 3. Основы химии нефти							
3.1	Элементный и фракционный состав нефти /Лек/	4	0,5		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.2	Химический состав и распределение групповых углеводородных компонентов по фракциям нефти /Пр/	4	0,5		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.3	Гетероатомные соединения нефти /Пр/	4	0,5		Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.4	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе": Основные физические свойства нефтей и нефтепродуктов. Химическая классификация нефтей. Технологическая классификация нефтей. /Ср/	4	5		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.5	Основные направления переработки нефтей и газовых конденсатов /Лек/	4	0,5	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.6	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе": Классификация процессов нефтепереработки /Ср/	4	2	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 4. Классификация и товарная характеристика нефтепродуктов							
4.1	Классификация товарных нефтепродуктов /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.2	Основы химмотологии моторных топлив и смазочных масел /Лек/	4	0,5		Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.3	Химмотологические требования и марки моторных топлив /Пр/	4	0,5		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.4	Требования к качеству энергетических топлив и их марки /Пр/	4	0,5		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.5	Химмотологические требования к нефтяным маслам /Пр/	4	0,5		Л1.1Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.6	Эксплуатационные требования к некоторым нетопливным продуктам /Ср/	4	6		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.7	Правила охраны труда и безопасности при работе в лаборатории /Пр/	4	0,5		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			

4.8	Определение группового углеводородного состава бензинов прямой перегонки и термического крекинга /Пр/	4	0,5		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2			
4.9	Определение физических свойств углеводородных газов /Пр/	4	0,5	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
4.10	Изучение реакций превращения углеводородов в их смесях /Пр/	4	0,5	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 5. Технологические основы первичной переработки нефти							
5.1	Научные основы подготовки нефти к переработке /Лек/	4	0,5		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			P1
5.2	Теоретические основы процессов перегонки нефти /Лек/	4	0,5		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.3	Современные промышленные установки перегонки нефти и газов /Ср/	4	10		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.4	Фракционирование углеводородных газов нефтепереработки /Ср/	4	10		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.5	Стабилизация и вторичная перегонка бензина /Ср/	4	10		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.6	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе": Типы промышленных установок перегонки нефти и нефтепродуктов /Ср/	4	10	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
5.7	Определение физических свойств горючих энергоносителей нефтяного ряда /Ср/	4	10	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-У2 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 6. Теоретические основы производства смазочных масел							
6.1	Теоретические основы экстракционных процессов /Ср/	4	10		Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.2	Экстракционные процессы очистки масла. Пропановая деасфальтизация гудрона /Ср/	4	10		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.3	Селективная очистка масляных фракций и деасфальтизатов /Ср/	4	10		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.4	Очистка масляных дистиллятов и деасфальтизатов избирательными (селективными) растворителями. Технологические схемы селективной очистки масел. /Ср/	4	10		Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			

6.5	Депарафинизация рафинатов кристаллизацией. Разновидности процессов депарафинизации экстракционной кристаллизацией /Ср/	4	10		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.6	Абсорбционная очистка масел /Ср/	4	10		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.7	Кислотная очистка масел. Цеолитная депарафинизация масел. Карбамидная депарафинизация масел /Ср/	4	10		Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 7. Термическая переработка нефтяного сырья								
7.1	Виды и назначение термических процессов /Лек/	4	0,5		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.2	Термодинамические основы термических превращений углеводородов /Ср/	4	2		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.3	Механизм термических реакций нефтяного сырья /Лек/	4	0,5		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.4	Неформальная кинетика цепных реакций пиролиза /Ср/	4	10		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.5	Газофазный термолиз нефтепродуктов. Жидкофазный термолиз нефтяных остатков /Ср/	4	10		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.6	Термодеструктивные процессы /Лек/	4	1		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.7	Влияние качества сырья и технологических параметров на протекание процесса термолиза нефтяных остатков /Ср/	4	10		Л1.3Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.8	Термический крекинг дистиллятного сырья /Лек/	4	1		Л1.1Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.9	Висбрекинг тяжелого сырья /Пр/	4	1		Л1.3Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.10	Установка замедленного коксования. Получение нефтяных пеков. Производство технического углерода. /Пр/	4	1		Л1.3Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.11	Производство нефтяных битумов /Пр/	4	1	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
7.12	Термоконтактное коксование /Пр/	4	1	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	

	Раздел 8. Технология каталитических гетеролитических процессов переработки нефти							
8.1	Энергетика и химическая природа катализа /Ср/	4	2		Л1.1 Л1.4Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
8.2	Кинетика гетерогенных каталитических реакций /Ср/	4	2		Л1.1 Л1.4Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
8.3	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Каталитический крекинг. Основы управления процессом каталитического крекинга. Синтез высокооктановых компонентов бензинов из газов каталитического крекинга /Ср/	4	2		Л1.1Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 9. Технология каталитических гомолитических процессов переработки нефти							
9.1	Паровая каталитическая конверсия углеводородов нефти /Ср/	4	2		Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
9.2	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Процесс Клауса /Ср/	4	5		Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
9.3	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Окислительная демеркаптанализация газов и бензино-керосиновых фракций /Ср/	4	2	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
9.4	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе":Производство водорода газификацией твердых нефтяных остатков /Ср/	4	7	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.4Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 10. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья							
10.1	Классификация и назначение гидрокаталитических процессов /Лек/	4	0,5		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.2	Процессы каталитического риформинга /Лек/	4	0,5		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.3	Промышленные установки каталитического риформинга /Пр/	4	1		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.4	Каталитическая изомеризация пентан-гексановой фракции бензинов /Лек/	4	0,5		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			

10.5	Каталитическая гидрогенизация в процессах облагораживания нефтяного сырья /Лек/	4	0,5		Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.6	Процессы гидрооблагораживания нефтяных остатков /Пр/	4	1		Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.7	Гидрокрекинг нефтяного сырья /Лек/	4	0,5		Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.8	Гидрокрекинг бензиновых фракций /Пр/	4	1		Л1.2 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.9	Селективный гидрокрекинг /Пр/	4	1		Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.10	Гидродеароматизация керосиновых фракций /Пр/	4	1		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.11	Легкий гидрокрекинг вакуумного газойля /Пр/	4	1		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.12	Гидрокрекинг вакуумного дистиллята /Пр/	4	1		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.13	Гидрокрекинг высоковязкого масляного сырья /Пр/	4	1		Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.14	Гидрокрекинг остаточного сырья /Пр/	4	1	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.15	Некаталитические гидротермические процессы переработки тяжелых нефтяных остатков /Ср/	4	10	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 11. Современное состояние и актуальные проблемы нефтепереработки								
11.1	Характеристика и классификация НПЗ /Лек/	4	0,5		Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
11.2	Принципы проектирования НПЗ /Лек/	4	0,5		Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
11.3	Принципы углубления переработки нефти /Лек/	4	0,5		Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
11.4	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе": Проблемы экологизации технологии в переработке нефти /Ср/	4	10	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			
11.5	Самостоятельное изучение материала в "Электронном курсе": Современные тенденции в нефтеперерабатывающей сфере России /Ср/	4	10	ПК-3-У2 ПК-3-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			

11.6	Атмосферно-вакуумная перегонка нефти /Пр/	4	1		Л1.2Л2.2Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
11.7	Анализ качества фракций бензина и реактивного топлива /Ср/	4	2		Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
11.8	/Экзамен/	4	18		Л3.2		КМ1	
11.9	Анализ качества фракций дизельного топлива /Ср/	4	2		Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
11.10	Проработка тем модуля по презентациям. Запись видеоконспекта. /Ср/	4	10					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы к зачёту с оценкой	ПК-3-31;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-32;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<p>Гипотезы происхождения нефти.</p> <p>Компонентный состав нефти и других углеводородных систем природного и техногенного происхождения</p> <p>Кислородсодержащие соединения нефти. Влияние кислородсодержащих соединений нефти на свойства нефтепродуктов.</p> <p>Как влияют низкие температуры на нефтяное сырьё?</p> <p>Детонация. Октановое и цетановое число.</p> <p>Что такое относительная плотность нефти?</p> <p>Нефть как дисперсная система. Причины и источники образования частиц в нефти.</p> <p>Классификация нефтяных дисперсных систем на основе классических признаков дисперсного состояния: по степени дисперсности, агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды и характеру молекулярных взаимодействий на границе раздела фаз.</p> <p>Почему молекулярная масса нефти или нефтепродуктов – усреднённая величина?</p> <p>Приведите уравнения реакций, необходимых для превращений:</p> <p>а) гексан → бензол → циклогексан</p> <p>Как связаны динамическая и кинематическая вязкости жидкости?</p> <p>Как зависит вязкость углеводорода от его молекулярной массы? Какой класс углеводородов нефти имеет наименьшую (наибольшую) вязкость?</p> <p>Можно ли представить химическими уравнениями процессы происходящие: а) при перегонке нефти; б) при крекинге нефти. Дайте обоснованный ответ.</p> <p>Чем отличается крекинг от пиролиза? Что такое каталитический риформинг?</p> <p>Методы разделения многокомпонентных нефтяных систем и исследования нефти и нефтепродуктов;</p> <p>Для каких технологических процессов необходимо знать значение средней молекулярной массы?</p> <p>Октановое и цетановое число. Их зависимость от строеуглеводородов. Методы определения</p>

КМ2	Вопросы к экзамену	ПК-3-31;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Роль нефти и газа в современном мире. Современные мировые тенденции в добыче нефти и газа. 2. Современные представления о происхождении нефти и природного газа. 3. Неорганическая концепция происхождения нефти и газа. Теория о биогенном происхождении нефти. 4. Классификация нефти. Химическая классификация. Классификация нефти по: плотности, выходу светлых фракций, содержанию серы, смолисто-асфальтеновых веществ, твердых углеводородов. Классификация по массовому содержанию алканов, цикло-алканов и аренов. 5. Технологическая классификация. Классификация по физико-химическим свойствам, степени подготовки, содержанию сероводорода и легких меркаптанов. Классы, типы, группы и виды нефти. 6. Химический состав нефти. Углеводороды нефти. Алканы. Газообразные, жидкие и твердые алканы. Циклоалканы. Содержание в нефтях. Основные физические и химические свойства. Склонность низших алканов к образованию газовых гидратов. Пре-вращения в процессах нефтепереработки. 7. Ароматические углеводороды нефти. Основные физические и химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре. Содержание ароматических углеводородов в нефтях и закономерности их распределения по фракциям нефти. 8. Гетероатомные соединения нефти. Серосодержащие соединения. Общее содержание и формы нахождения серы в нефти. Меркаптаны. Диалкилсульфиды. Диалкилдисульфиды. Другие серосодержащие соединения нефти. Распределение серосодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти. 9. Связь количества серы с типом нефтей. Влияние серосодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки. Гидрогенизационные процессы облагораживания нефтяных фракций. 10. Азотсодержащие соединения. Азотистые соединения нефти. Распределение азотсодержащих соединений по фракциям при перегонке нефти. Влияние азотсодержащих соединений на свойства нефтяных топлив и процессы нефтепереработки. 11. Кислородсодержащие соединения. Нефтяные кислоты и фенолы. Схема их выделения, содержание в нефти и нефтяных фракциях. Физико-химические свойства нефтяных кислот. Влияние кислородсодержащих соединений на свойства нефтепродуктов. 12. Смолисто-асфальтеновые вещества в нефти. Состав смолисто-асфальтеновых веществ (САВ) нефти (асфальтены, смолы), их строение, свойства. Схема выделения САВ из нефти. 13. Распределение асфальтенов в нефтях, а также по фракциям при перегонке нефти. Влияние САВ на процессы нефтепереработки и свойства нефтепродуктов. 14. Минеральные компоненты нефти. Металлы, входящие в состав нефти. Формы их связи с органическими веществами: порфириновые комплексы ванадия и никеля; комплексы металлов с асфальтенами. 15. Основные физические свойства нефти. Плотность. Вязкость и вязкостно-температурные свойства. Молекулярная масса. 16. Температуры кипения нефтяных фракций. Температура кипения при нестандартных давлениях. Давление насыщенных паров. Температура вспышки. Температура само-воспламенения. 17. Тепловые свойства нефти: теплоемкость, теплота испарения (парообразования), энтальпия (теплосодержание), теплота сгорания (теплотворная способность). 18. Низкотемпературные свойства нефти: температура помутнения, температура застывания, температура начала кристаллизации. 19. Оптические свойства нефти. Цвет. Коэффициент (показатель) преломления. Оптическая активность. Молекулярная рефракция. Дисперсия. 20. Современные представления о строении нефтяных
-----	--------------------	---	---

			<p>дисперсных систем. Поверхность раздела фаз и поверхностные явления в нефтяных дисперсных системах. Поверхностно-активные компоненты нефти, роль асфальтенов при образовании ассоциатов. Устойчивость нефтяных дисперсных систем.</p> <p>21. Водонефтяные дисперсионные системы. Водонефтяные эмульсии. Эмульгаторы нефти. Устойчивость водонефтяных эмульсий. Методы разрушения водонефтяных эмульсий. Механический и термохимический методы. Деэмульгаторы нефти.</p> <p>22. Физико-химические методы исследования нефти. Определение элементного и фракционного состава. Общая методика анализа нефтей. Фракционный состав нефтей.</p> <p>23. Атмосферная и вакуумная перегонка нефтей. Разделение нефтяных фракций методом жидкостно-адсорбционной хроматографии .</p> <p>24. Современные методы анализа и идентификации химических веществ. Качественный и количественный анализ. Спектроскопические методы исследования (ЯМР-, ИК-, УФ-спектроскопия), хроматография, рефрактометрия.</p> <p>25. Процессы переработки нефти. Схемы переработки</p> <p>26. Термические процессы: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг, получение технического углерода и битума.</p> <p>27. Каталитические процессы: каталитический крекинг, каталитический гидрокрекинг, каталитический риформинг, каталитическая изомеризация пентан -гексановой фракции бензинов</p> <p>28. Классификация товарных нефтепродуктов: моторные топлива, энергетические топли-ва, нефтяные масла, углеродные и вяжущие материалы, нефтехимическое сырье, нефтепродукты специального назначения. Основные критерии качества нефтепродук-тов.</p> <p>29. Бензины. Требования и показатели качества автомобильных бензинов. Основные технологические процессы производства бензинов. Углеводородный состав бензиновых фракций различных процессов переработки нефти. Типовой состав бензинов.</p> <p>30. Дизельное топливо. Состав, требования к качеству и свойства дизельного топлива</p> <p>31. Тяжелые нефтяные фракции. Нефтяные масла. Состав, получение, классификация, фи-зико-эксплуатационные показатели качества. Гидрогенизационные процессы в техно-логии производства нефтяных масел. Гудрон.</p>
--	--	--	--

КМЗ	Контрольная работа	ПК-3-31;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<p>1. Газовая смесь получена из 95 м3 пропана и 23 м3 этана. Плотности пропана и этана равны 2,0037 кг/м3 и 1,3560 кг/м3 соответственно. Выразить состав смеси в объемных и массовых долях.</p> <p>2. Рассчитать среднюю молекулярную массу фракции со средней температурой кипения 118°C.</p> <p>Решение. Используем формулу Б.М. Войнова: $M_{\text{ср}} = 60 + 0,3 \cdot t_{\text{ср}} + 0,001 \cdot t_{\text{ср}}^2 = 60 + 0,3 \cdot 118 + 0,001 \cdot 118^2 = 109,3.$ где $t_{\text{ср}}$ — средняя температура кипения, определяемая по данным стандартной разгонки.</p> <p>При каталитическом крекинге масляной фракции получены продукты:</p> <table data-bbox="719 607 1509 763"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Массовое содержание, %</th> <th>Молярная масса, кг/кмоль</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Газ</td> <td>11,2</td> <td>32</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Бензин</td> <td>32,7</td> <td>105</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Легкий газойль</td> <td>36,9</td> <td>218</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Тяжелый газойль</td> <td>19,2</td> <td>370</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить молярные доли компонентов.</p> <p>3. Смешали 27 кг масляной фракции I () и 63 кг масляной фракции II (). Определить молярную массу смеси.</p>		Массовое содержание, %		Молярная масса, кг/кмоль	Газ	11,2	32		Бензин	32,7	105		Легкий газойль	36,9	218		Тяжелый газойль	19,2	370	
	Массовое содержание, %		Молярная масса, кг/кмоль																				
Газ	11,2	32																					
Бензин	32,7	105																					
Легкий газойль	36,9	218																					
Тяжелый газойль	19,2	370																					
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)																							
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы																				

P1	Курсовая работа	ПК-3-31;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<p>Тема курсовой работы "Расчёт основных процессов каталитического крекинга вакуумного газойля".</p> <p>Задание для выполнения курсовой работы (по вариантам):</p> <p>Подлежат определению:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Материальный баланс реактора Г-43-107; 2) Объём воздуха, подаваемого на сжигание кокса, образующегося на поверхности катализатора (процесс регенерации катализатора); 3) Тепловой баланс регенератора; 4) Материальный баланс регенератора; 5) Тепловой баланс реактора; 6) Расчёт скорости воздуха в регенераторе; 7) Расчёт основного размера регенератора; 8) Расчёт основного размера реактора <p>Исходные данные для выполнения работы представлены в п.2.</p> <p>1 Тема курсовой работы: Расчёт основных процессов каталитического крекинга вакуумного газойля</p> <p>2. Исходные данные: Исходные данные для расчета: – время работы установки $\tau_r = 340$ дней; – кратность циркуляции катализатора $K_c = 4,11$; – количество циркулирующего газойля $x_{hg} = 20\%$; – температура в реакторе $t_1 = 520$ °С; – давление в реакторе $P_{rk} = 0,19$ МПа; – давление в регенераторе $P_{rg} = 0,25$ МПа.</p> <p>Таблица 1.1 – Характеристика вакуумного газойля</p> <table border="1" data-bbox="724 936 1300 1086"> <thead> <tr> <th>Показатель</th> <th>Значение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Относительная плотность,</td> <td>0,899</td> </tr> <tr> <td>Средняя молекулярная масса, кг/кмоль</td> <td>353</td> </tr> <tr> <td>Коксуемость, % масс.</td> <td>0,064</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица 1.2 – Характеристика катализатора DSE-860P</p> <table border="1" data-bbox="724 1146 1364 1352"> <thead> <tr> <th>Показатель</th> <th>Значение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Насыпная плотность, г/см³</td> <td>0,91</td> </tr> <tr> <td>Удельная поверхность, м²/г</td> <td>259</td> </tr> <tr> <td>Средний эквивалентный диаметр, мкм</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>Конверсия, % масс.</td> <td>75,8</td> </tr> <tr> <td>Средний удельный расход катализатора, кг/т</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>Кажущаяся плотность катализатора (γ_k), кг/м³</td> <td>1350</td> </tr> </tbody> </table>	Показатель	Значение	Относительная плотность,	0,899	Средняя молекулярная масса, кг/кмоль	353	Коксуемость, % масс.	0,064	Показатель	Значение	Насыпная плотность, г/см ³	0,91	Удельная поверхность, м ² /г	259	Средний эквивалентный диаметр, мкм	73	Конверсия, % масс.	75,8	Средний удельный расход катализатора, кг/т	0,25	Кажущаяся плотность катализатора (γ_k), кг/м ³	1350
Показатель	Значение																								
Относительная плотность,	0,899																								
Средняя молекулярная масса, кг/кмоль	353																								
Коксуемость, % масс.	0,064																								
Показатель	Значение																								
Насыпная плотность, г/см ³	0,91																								
Удельная поверхность, м ² /г	259																								
Средний эквивалентный диаметр, мкм	73																								
Конверсия, % масс.	75,8																								
Средний удельный расход катализатора, кг/т	0,25																								
Кажущаяся плотность катализатора (γ_k), кг/м ³	1350																								

P2	Темы рефератов	ПК-3-У2;ПК-3-31;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-4-В2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значение нефтегазового комплекса в мировой экономике. Основные нефтедобывающие страны мира. Добыча нефти в России. 2. Углубление переработки нефти – актуальная проблема мировой и отечественной нефтепереработки. 3. Особенности нефти как сырья процессов перегонки. 4. Новые направления использования горючих ископаемых 5. Характеристика отечественных установок АТ и АВТ. Совершенствование кон-тактных устройств ректификационных колонн. 6. Совершенствование технологических схем атмосферной перегонки нефти. 7. Совершенствование технологии вакуумной и глубоковакуумной перегонки мазута. 8. Классификация химических процессов переработки нефтяного сырья. Характеристика нефтяных остатков. 9. Химизм газофазного термоллиза нефтяного сырья. 10. Совершенствование установок замедленного коксования. Особенности технологии производства игольчатого кокса. 11. Процессы получения нефтяных пеков термоконденсацией остатков. 12. Новые процессы термоадсорбционной деасфальтизации и демееталлизации нефтяных остатков. 13. Классификация каталитических процессов нефтепереработки по типу катализа. Сущность катализа. Требования к катализаторам. 14. Основные тенденции и современные проблемы производства высококачественных моторных топлив. 15. Современные гидрокаталитические процессы переработки нефтяных дистиллятов и остатков. Физико-химические основы. Совершенствование катализаторов. 16. Промышленные процессы гидрообессеривания дистиллятных фракций. 17. Процессы селективного гидрокрекинга (гидродепарафинизация дизтоплива и ма-сел). 18. Технология производства фурановых смол. Исходные продукты. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола. 19. Производство смол и пластических масс на основе фурфурола и ацетона. 20. Получение синтез газа (катализаторы). Продукты синтеза и их переработка. 21. Особенности нефтехимических процессов. Многообразие процессов получения одного и того же вещества.
----	----------------	---	---

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Новотроицкий филиал

Кафедра Математики и естествознания
Дисциплина: Технология глубокой переработки нефти
Направление: 18.03.01 «Химическая технология»
Форма обучения: заочная, очная
Форма проведения экзамена: письменная

Билет к экзамену № 0

1. Анализ качества фракций дизельного топлива
2. Классификация товарных нефтепродуктов: моторные топлива, энергетические топлива, нефтяные масла, углеродные и вяжущие материалы, нефтехимическое сырье, нефтепродукты специального назначения. Основные критерии качества нефтепродуктов.
3. Газовая смесь получена из 95 м3 пропана и 23 м3 этана. Плотности пропана и этана равны 2,0037 кг/м3 и 1,3560 кг/м3 соответственно. Выразить состав смеси в объемных и массовых долях.

Составил: к.т.н., доцент кафедры МиЕ
Зав. кафедрой МиЕ

Д.И. Алексеев
А.В. Швалёва

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Колокольцев С.Н.	Природные энергоносители и углеродные материалы. Состав и строение. Современная классификация. Технологии производства и добыча.		М. КД Либроком, , 2013,
Л1.2	Н.Л. Солодова, Д.А. Халикова ;	Химическая технология переработки нефти и газа : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2012, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258408 (08.06.2015)
Л1.3	Ю.Г. Кирсанов	Расчетные и графические методы определения свойств нефти и нефтепродуктов : учебное пособие		Издательство Уральского университета, 2014, URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276262 (11.11.2015).
Л1.4	Потехин В.М., Потехин В.В.	Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник		СПб.: Изд-во "Лань", 2014 г.,

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Смидович Е.В.	Технология переработки нефти и газа. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов. : Учебник		М.Альянс, 2011,
Л2.2	Мановян А.К.	Технология переработки природных энергоносителей. : Учебник для вузов.		М. Химия КолосС, 2004,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Н.Л. Солодова, Д.А. Халикова	Химическая технология переработки нефти и газа : учебное методическое пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2012, URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258408
Л3.2	Кирсанов Ю.Г.	расчетные и графические методы определения свойств нефти и нефтепродуктов: Учебно методическое пособие		Уральского университета, 2014, https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276262

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	http://www.tng.rusoil.net/ - сайт кафедры технологии нефти и газа УГНТУ. В разделе учебно-методические издания представлены учебные пособия сотрудников кафедры по изучаемым в данной дисциплине темам и используемым на практических занятиях расчетах.	
Э2	model.exponenta.ru - учебно-методический сайт о моделировании и исследовании систем, объектов, технических процессов и физических явлений.	
Э3	mvtu.power.bmstu.ru - Статьи о возможностях ПК «МВТУ», опубликованные на сайте model.exponenta.ru : «Программный комплекс "Моделирование в технических устройствах"».	

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmсAP
П.2	Компас 3D V21-22
П.3	Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.4	Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.5	Windows Server Standart 2012R2 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc.
П.6	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.7	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level
П.8	Zoom
П.9	Microsoft Teams
П.10	Браузер Opera
П.11	Браузер Yandex
П.12	Браузер Microsoft Edge
П.13	DjVu Solo 3.1

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	- Официальный сайт Новотроицкого филиала НИТУ "МИСиС" http://nf.misis.ru/
И.2	- Электронная библиотека НИТУ "МИСиС" http://elibrary.misis.ru
И.3	- Университетская библиотека онлайн http://bibliclub.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
138	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 32 места для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
148	Коворкинг Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Комплект учебной мебели на 90 мест для обучающихся, доска аудиторная меловая, ноутбук для преподавателя с подключением к интернету, два мультимедийных проектора, микшерный пульт, стулья "Визитор"+столик (30 шт.), стулья ИЗО (60 шт.), кресло "Соло" (9 шт.), трибуна для конференции, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
148	Коворкинг Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Комплект учебной мебели на 90 мест для обучающихся, доска аудиторная меловая, ноутбук для преподавателя с подключением к интернету, два мультимедийных проектора, микшерный пульт, стулья "Визитор"+столик (30 шт.), стулья ИЗО (60 шт.), кресло "Соло" (9 шт.), трибуна для конференции, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

210	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
-----	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе преподавания дисциплины «Технология глубокой переработки нефти» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – "обучение на основе опыта" для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знакомыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Контекстный метод обучения при проведении практических занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При защите практических работ проводится учебная дискуссия, как метод интерактивного обучения, позволяющая обмениваться взглядами студентам по конкретной проблеме. Данный метод используется и для решения задач исследовательского характера на практических занятиях. Студентам выдаются задания закрепляющие знания, полученные на лекциях и моделирующие технологические процессы на производстве. Высокая степень самостоятельности их выполнения студентами способствует развитию логического мышления и более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. По результатам, полученным при решении задач, происходит дискуссия и формулируется вывод об оптимальном режиме проведения технологического процесса. На практических занятиях применяются также следующие виды интерактивного обучения: контекстное обучение, междисциплинарное обучение, эвристическая беседа, позволяющие находить ответ на проблему, используя знания полученные и на других дисциплинах.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения практических работ и промежуточной аттестации.