

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология переработки нефти и полимеров»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин



«24 декабря» 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа»

основной образовательной программы подготовки бакалавров
по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов»

Форма обучения Очная

Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2017

Автор рабочей программы
старший преподаватель кафедры
«Технология переработки нефти и
полимеров»


«04» 04 2017 г. Е.С.Бурдакова

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


«04» 04 2017 г. И.А. Романовская

Заведующий кафедрой «Технология
переработки нефти и полимеров»


«04» 04 2017 г. О.Г. Шакирова

Заведующий выпускающей кафедрой
«Технология переработки нефти и
полимеров»


«04» 04 2017 г. О.Г. Шакирова

Декан факультета экологии и
химической технологии, к.х.н, доцент


«04» 04 2017 г. В.В. Телеш

Начальник УМУ


«04» 04 2017 г. Е.Е. Поздеева

Введение

Рабочая программа дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08.2016 № 1005, и основных профессиональных образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология» (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина является компонентом вариативной части обязательных дисциплин.

Содержание дисциплины осваивается обучающимися в течение седьмого семестра в традиционной форме с применением элементов интерактивных технологий. По дисциплине предполагается чтение лекции с применением мультимедийных технологий, проведение практических занятий, а также выполнение студентами расчётно-графической работы.

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Технология первичной переработки нефти и газа							
Цель дисциплины	Получение знаний о процессах подготовки и первичной переработки нефти и газа							
Задачи дисциплины	1. Привить студентам знания о современном состоянии промышленности в области первичной переработки нефти и углеводородных газов, направлениях их использования; 2. Довести до обучающихся значимость и определяющую роль процессов подготовки и первичной переработки нефти на нефтеперерабатывающем заводе; 3. Научить обучающихся ориентироваться в многообразии технологических схем установок первичной переработки нефти и переработки газа.							
Основные разделы дисциплины	1. Введение. Подготовка нефти и газа к переработке. 2. Аппаратурное и технологическое оформление процесса первичной переработки нефти 3. Первичная перегонка нефти на промышленных установках							
Общая трудоемкость дисциплины	4 зач ед/ 144 академических часа							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промеж. уточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	7 семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
ИТОГО:		16	16	0	0	76	36	144

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

Дисциплина «Технология первичной переработки нефти и газа» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
7 семестр			
ПК-4 Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	З-5 (ПК-4-5) Знать основные источники углеводородного сырья и требования, предъявляемые к ним, классификацию товарных нефтепродуктов, химический и фракционный состав нефти, природного газа, попутного нефтяного газа, газоконденсата	У-5 (ПК-4-5) Уметь приводить обоснование выбора оборудования и технологии для различных процессов, а также составлять технологические схемы процессов подготовки и переработки нефти и газа	Н-5 (ПК-4-5) Владеть навыками принятия конкретных технологических решений и оценки экологических последствий их применения
ПК-7 Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	З-4 (ПК-7-4) Знать основные технологические стадии переработки нефти и газа на промыслах и заводах, варианты технологических схем и структуру установок, описание и принцип работы основного оборудования, сроки, условия и режимы вывода оборудования на ремонт	У-4 (ПК-7-4) Уметь определять уровень отклонения технического состояния оборудования требующего ремонта	Н-4 (ПК-7-4) Владеть теоретическими навыками вывода оборудования из производственного цикла, подготовке к ремонту и приемке из ремонта

ПК-8 Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	З-3 (ПК-8-3) Знать специфику технологических процессов и условий их проведения, устройство и принцип действия нового оборудования, порядок ввода основного оборудования в эксплуатацию	У-3 (ПК-8-3) Уметь изучать и анализировать техническую документацию, проводить причинно-следственные связи	Н-3 (ПК-8-3) Владеть базовыми знаниями для понимания принципов действия нового оборудования и готовностью их применять
ПК-11 Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	З-3 (ПК-11-3) Знать режимы работы технологического оборудования и параметры технологического процесса	У-3 (ПК-11-3) Уметь подбирать (рассчитывать) параметры технологического процесса	Н-3 (ПК-11-3) Иметь теоретический навык выявления и устранения отклонения от режима работы оборудования

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология первичной переработки нефти и газа» изучается в седьмом семестре.

Дисциплина является вариативной, входит в состав обязательных дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Физическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Химия природных энергоносителей и углеродных материалов». Перечисленные дисциплины являются основой для успешного прохождения дальнейшего обучения по программе.

Входной контроль не проводится.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения дисциплин, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Пререквизиты дисциплины

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, необходимые для изучения дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа»
Физическая химия	Знать основные закономерности протекания реакций; Уметь пользоваться справочными материалами; Иметь навыки расчета термодинамических

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, необходимые для изучения дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа»
	параметров процесса
Процессы и аппараты химической технологии	Знать принципиальное устройство аппаратов основных технологических процессов; Уметь выполнять расчеты основных процессов и аппаратов химической технологии; Владеть практическими навыками выбора аппаратного оформления.
Химия природных энергоносителей и углеродных материалов	Знать группы соединений входящих в состав нефти и газа, а также закономерности изменения физико-химических свойств нефти и газа в зависимости от состава; Уметь использовать количественные закономерности физико-химических свойств природных энергоносителей; Иметь навыки проведения расчетов по определению физико-химических свойств природных энергоносителей

Выходные знания, умения, навыки и компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа» используются при дальнейшем изучении всех специальных технологических дисциплин, а также при прохождении практики и в написании дипломной работы (таблица 3).

Таблица 3 – Постреквизиты дисциплины

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, сформированные на дисциплине «Технология первичной переработки нефти и газа»
Все специальные технологические дисциплины	Знание основных типов товарных газов нефтепродуктов, их состав, а также технологических стадий переработки нефти и газа на разных этапах, специфики технологических процессов. Умение читать и составлять технологические схемы процессов, обосновывать выбор оборудования на основе анализа технической документации. Владение навыками расчетов некоторого оборудования технологии первичной переработки нефти

4 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины в 7 семестре	144 (4 з.е.)
<i>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</i>	68
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	16
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	76
Промежуточная аттестация обучающихся (экзамен)	36

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

Таблица 5 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компоне нт учебного плана	Трудоем кость (в часах)	Форма проведе ния	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компете нции	Знания, умения, навыки
Раздел 1. Подготовка нефти и газа к переработке					
Стабилизация нефти и газового конденсата. Одноступенчатая и многоступенчатая сепарация. Стабилизация нефти.	Лекция	1	Интерак тивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	3-3 (ПК-4-5) 3-3 (ПК-7-4) 3-2 (ПК-8-3) 3-3 (ПК-11-3)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Стабилизация конденсата.					
Потери легких фракций нефти и газовых конденсатов. Большие и малые «дыхания». Способы сокращения потерь.	Лекция	1	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	3-5 (ПК-4-5) 3-4 (ПК-7-4) 3-3 (ПК-8-3) 3-3 (ПК-11-3)
Подготовка нефти к переработке. Вредные примеси. Обессоливание и обезвоживание нефти. Деэмульгация. Факторы, определяющие устойчивость эмульсии. Методы разрушения водонефтяных эмульсий.	Лекция	1	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	3-5 (ПК-4-5) 3-4 (ПК-7-4) 3-3 (ПК-8-3) 3-3 (ПК-11-3)
Электрообессоливание. Принципиальная схема электрообессоливания. Требования к деэмульгаторам. Типы деэмульгаторов. Роль промывной воды. Факторы влияющие на процесс обессоливания.	Лекция	1	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	3-5 (ПК-4-5) 3-4 (ПК-7-4) 3-3 (ПК-8-3) 3-3 (ПК-11-3)
Расчет физико-химических свойств и состава углеводородных газов. Особенности расчет физико-химических свойств газовых смесей. Плотность газов.	Практическое занятие	0,5	Традиционная	ПК-4	У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5)
Расчет физико-химических свойств и состава углеводородных газов. Критические и приведенные параметры газов. Вязкость газовых смесей.	Практическое занятие	0,5	Традиционная	ПК-4	У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5)
Расчет физико-химических свойств и состава углеводородных газов. Тепловые свойства газов.	Практическое занятие	0,5	Традиционная	ПК-4	У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5)
Расчет физико-химических свойств и состава углеводородных газов. Сжиженные углеводородные газы.	Практическое занятие	0,5	Традиционная	ПК-4	У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	4	-	-	-
	Практические	2			
	Самостоятельная работа обучающихся	16	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компоне нт учебного плана	Трудоем кость (в часах)	Форма проведе ния	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компете нции	Знания, умения, навыки
Раздел 2 Аппаратурное и технологическое оформление процесса первичной переработки нефти.					
Ректификационные колонны. Типы орошений. Атмосферная колонна. Вакуумная колонна. Материальный и тепловой баланс колонн, температурные режимы. Эксплуатация колонных аппаратов.	Лекция	1	Интерак тивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-11 (ПК-11-3)
Электродегидраторы. Типы электродегидраторов: горизонтальный, вертикальный, шаровый. Конструкционные особенности. Достоинства и недостатки. Особенности пуска.	Лекция	1	Интерак тивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-11 (ПК-11-3)
Вспомогательное оборудование. Теплообменные аппараты. Трубчатые печи. Насосы.	Лекция	1	Интерак тивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-11 (ПК-11-3)
Расчет электродегидратора. Материальный баланс.	Практиче ское занятие	1	Традици онная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет электродегидратора. Технологический расчет.	Практиче ское занятие	1	Традици онная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет электродегидратора. Тепловой расчет.	Практиче ское занятие	1	Традици онная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет электродегидрататора. Расчет штуцеров.	Практическое занятие	1	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет ректификационных аппаратов. Технологические параметры работы ректификационных колонн. Построение кривых однократного испарения (ОИ).	Практическое занятие	1	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет ректификационных аппаратов. Температурный режим ректификационных колонн.	Практическое занятие	1	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет ректификационных аппаратов. Материальный и тепловой балансы ректификационных колонн.	Практическое занятие	1	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
ИТОГО по разделу	Лекции	3	-	-	-
	Практические занятия	7			
	Самостоятельная работа обучающихся	30	-	-	-
Раздел 3 Первичная перегонка нефти на промышленных установках					
Классификация установок первичной перегонки нефти. Продукты первичной перегонки нефти.	Лекция	1	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3)
Установка атмосферной перегонки нефти. Перегонка нефти по схеме однократного испарения. Перегонка нефти по схеме двукратного испарения. Принципиальная схема типовой установки двукратного испарения нефти на промышленной АВТ. Перегонка нефти по схеме предварительного испарения. Варианты подачи орошения в сложную ректификационную колонну. Увеличение доли отбора светлых и улучшение качества топливных дистиллятов.	Лекция	2	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3)
Установка вакуумной перегонки мазута. Варианты схем вакуумной перегонки мазута. Ввод парожидкостных потоков в зону питания вакуумных колонн. Влияние глубины вакуума на эффективность работы вакуумных колонн и качество получаемых масляных фракций.	Лекция	2	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3)
Вторичная перегонка бензиновой и дизельной	Лекция	2	Интерактивная	ПК-4 ПК-7	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
фракций. Вторичная перегонка бензина. Вторичная перегонка дизельной фракции.				ПК-8 ПК-11	З-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3)
Комбинирование процессов на установках первичной перегонки нефти. Комбинированная установка первичной переработки нефти.	Лекция	1	Интерактивная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3)
Расчет ректификационных аппаратов. Полный расчет атмосферной колонны установки ЭЛОУ-АВТ	Практическое занятие	3,5	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
Расчет ректификационных аппаратов. Полный расчет вакуумной колонны установки ЭЛОУ-АВТ	Практическое занятие	3,5	Традиционная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5 (ПК-4-5) У-5 (ПК-4-5) Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) У-4 (ПК-7-4) Н-4 (ПК-7-4) З-3 (ПК-8-3) У-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-8-3) З-3 (ПК-11-3) У-3 (ПК-11-3) Н-3 (ПК-11-3)
ИТОГО по разделу 3	Лекции	8	-	-	-
	Практические занятия	7			
	Самостоятельная работа обучающихся	30	-	-	-
Выполнение расчетно-графической работы	Самостоятельная работа обучающихся	30	Печатная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	З-5, У-5, Н-5 (ПК-4-5) З-4 (ПК-7-4) З-3, У-3, Н-3 (ПК-8-3) Н-3 (ПК-11-3)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					3)
Итоговая аттестация по дисциплине	Экзамен	36	Устная	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	3-5, У-5, Н-5 (ПК-4-5) 3-4, У-4, Н-4 (ПК-7-4) 3-3, У-3, Н-3 (ПК-8-3) 3-3, У-3, Н-3 (ПК-11-3)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	16	-	-	-
	Практические занятия	16	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	76	-	-	-
	Экзамен	36	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 144 часа , в том числе с использованием активных методов обучения 13 часов (9 %)					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Технология первичной переработки нефти и газа», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины для проведения собеседования по теме; подготовка и оформление расчетно-графической работы; решение расчетных задач на практических занятиях.

1. Петров, В.В Расчет процессов и аппаратов ректификации: учебное пособие / В.В. Петров, А.В. Моисеев. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 156 с.

2. Моисеев, А. В. Расчетные методы определения физико-химических свойств углеводородных систем, нефтей и нефтепродуктов: примеры и задачи / А.В. Моисеев, учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре «КНАГТУ», 2010. – 179 с.

3. СТО7.5-17 Положение о самостоятельной работе студентов ФГБОУ ВПО «КНАГТУ». –Введ. 2015-04-06. –Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. –24 с.

4. РД ФГБОУ ВО КНАГТУ013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления».–Введ. 2016-03-10. –Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. –56 с.

Также методические материалы для эффективной самостоятельной

работы студентов размещены в системе личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу: <https://knastu.ru/students>.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 6.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на практических занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем дисциплины, так и проработку тем, осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Таблица 6 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов очной формы обучения при 16-недельном семестре (7 семестр)

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Изучение теоретических и расчетных разделов дисциплины	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
Подготовка, оформление расчетно-графической работы.		1		1		1		2	1		1		1		2		10
Индивидуальные или групповые консультации											1					1	2
ИТОГО в 7 семестре	4	5	4	5	4	5	4	6	5	4	6	4	5	4	6	5	76

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 7 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
7 семестр			
Все разделы	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	1. Вопросы собеседования по каждому разделу 2. Практические расчетные задачи 3. Расчетно- графическая работа	1. Удовлетворительные ответы при собеседовании / владение материалом 2. Наличие верно решенных расчетных задач 3. Верно выполненная и оформленная РГР, вопросы собеседования
Все разделы	ПК-4 ПК-7 ПК-8 ПК-11	Экзамен	Ответы на экзаменационные вопросы

Аттестация в 7 семестре проводится в форме устного экзамена в виде собеседования по пройденным темам.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 8).

Таблица 8 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шк ала оце нив ани я	Критерии оценивания
7 семестр				
<i>Текущая аттестация в форме экзамена</i>				
1	Вопросы собеседования (3 блока)	В течение семестра	$5 \cdot 3 = 15$	5 баллов – при собеседовании студент полно излагает материал, даёт правильное определение основных понятий, понимает излагаемый материал, обосновывает свои суждения, делает выводы, способен ответить на вопрос требующий логического мышления и рассуждения, основываясь на имеющихся знаниях, знает как

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				применить данные знания на практике, умеет излагать свои мысли литературным языком; 4 балла – студент полно излагает изученный материал, полно его раскрывает, но допускает ошибки в вопросах касающихся логического мышления и рассуждения, где необходимо применить знания полученные в ранее изученных дисциплинах; 3 балла – при собеседовании студент знает и понимает основные положения изучаемой темы, однако изложение материала неполное, допускает неточности в определении понятий и формулировке основных положений; не умеет логически мыслить и/или формулировать свои мысли; 2 балла – при собеседовании студент показывает незнание большей части изучаемой темы, множество ошибок в формулировке основных положений поставленного вопроса, искажает смысл, плохо понимает излагаемый материал.
2	Расчетные задачи (13 шт)	В течение семестра	5 · 13 = 65 баллов	5 баллов – студент выполнил задание полностью верно; 4 балла – студент произвел расчет с замечаниями, или имеется два небольших недочета; 3 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача выполнена верно. 2 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача по-прежнему выполнена не верно. 1 балл – студент частично

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				выполнил задание, но не дорешал его;
3	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	5	5 баллов – студент выполнил все задания; 4 балла – студент произвел расчет с замечаниями, или имеется два небольших недочета по всему объему РГР 3 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача выполнена верно. 2 балла – студент сделал грубую ошибку в расчетах, изза которой дальнейшее решение задания выполнено не верно, работа возвращена на доработку, после которой задача по прежнему выполнена не верно. 1 балл – студент частично выполнил задание, но не дорешал его;
	Итого:		85	
Обучающийся допускается к экзамену при фактическом выполнении всех обязательных заданий при минимальном количестве баллов соответствующих 75 % от суммарного количества баллов, набранных за семестр ($75 \cdot 85/100 \approx 64$ балла) Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Оценивание экзамена (максимальный балл за экзамен = 5 б): «отлично» - ставится студенту, который в течение семестра набирает 19 баллов (95 % от максимального количества), и при устном ответе на экзамене показывает отличные глубокие знания программного материала, умение свободно выполнять задания, оценивать причинно-следственные связи при ответе на вопрос, освоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, свободно излагает изученный материал и формулирует мысли, имеет оценочные суждения, способен делать выводы; «хорошо» - ставится студенту, который в течение семестра набирает от 16 до 18 баллов, и при устном ответе на экзамене показывает полное знание программного материала, изучил основную литературу, свободно излагает изученный материал, однако затрудняется ответить на некоторые дополнительные вопросы при устном ответе «удовлетворительно» - ставится студенту, который в течение семестра набирает от 15 до 16 баллов, и при устном ответе на экзамене показывает неполное знание основного программного материала, но в объеме достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности, знаком с основной литературой, рекомендованной программой; «неудовлетворительно» - ставится студенту, который в течение семестра не набирает				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	15 баллов, имеет значительные пробелы в знаниях основного программного материала, допускает принципиальные ошибки, не может сформулировать основные определения.			

Задания для текущего контроля

1. Практические задания – выполнение обязательно

Включают в себя самостоятельное решение задач по пройденным темам при необходимой текущей консультации преподавателя. Решенные задачи оформляются в отдельной тетради и сдаются на проверку по окончании занятия.

Примеры типовых заданий для практических занятий

1. При давлении 360 кПа и температуре 400 К газ занимает объем 1,2 м³. Найти число молей газа.
2. Газ в количестве 9 кг находится в сосуде вместимостью 3 м³ при 298 К и 462 кПа. Найти молярную массу газа.
3. Определить объем газа при нормальных условиях, если при температуре 120°C и давлении 790 кПа его объем равен 16,3 м³.
4. Используя уравнение (2.1), найти плотность метана и этана при нормальных условиях.
5. Определить плотность пропана при 150 кПа и 80°C.
6. Средняя молярная масса водородсодержащего газа, применяемого в процессе каталитического риформинга, равна 3,5 г/моль. Рассчитать плотность этого газа при 450°C и 3 МПа.
7. Газовая смесь состоит из 90% метана и 10% этана. Определить критические температуру и давление смеси.
8. Дан состав смеси газов (в объемных процентах): этан - 5; пропан - 12; изобутан - 35; н-бутан - 48. Определить критические параметры смеси.
9. Относительная (по воздуху) плотность газовой смеси равна 0,84. Найти критические температуру и давление смеси.
16. Газовая смесь состоит из следующих компонентов (по объему): метан - 62%, этан - 21%, пропан - 11%, сероводород - 6 %. Найти приведенные параметры смеси при 80°C и 750 кПа.
17. Найти приведенные температуру и давление пропана при 122°C и 6,2 МПа.
18. Найти коэффициент сжимаемости *изо-бутана* при 115°C и 1,95 МПа, если при нормальных условиях он занимает объем 8,3 м³.

19. Определить коэффициент сжимаемости пропан-бутановой смеси при 92 °С и 2,06 МПа, в которой соотношение пропан:бутан=3:1 по объему.
20. Газ Уренгойского месторождения имеет следующий объемный состав: CH_4 -82,27%; C_2H_6 -6,56 %; C_3H_8 -3,24%; C_4H_{10} -1,49 %; C_5H_{12} -5,62 %; N_2 -0.32 %; CO_2 – 0,5 %.
21. Найти коэффициент сжимаемости этого газа при 25°С и 6 МПа.
22. Определить динамическую вязкость пропилена при 70°С и атмосферном давлении.
23. Определить кинематическую вязкость пропана при 90°С и атмосферном давлении.
24. Какова динамическая вязкость этана при 110°С и давлении 101,3 кПа?
25. Подсчитать динамическую вязкость при 80 °С пропан-пропиленовой фракции, состоящей из 15% пропана и 85 % пропилена.
26. Найти кинематическую вязкость смеси бутана (70 %) и бутилена (30 %) при 65°С и 101,3 кПа.
27. Относительная плотность сухого газа по воздуху равна 0,76. Найти его теплоемкость при 80°С.
28. Определить теплоемкость газовой смеси при 150°С, если ее относительная плотность 1,1.
29. Найти теплоемкость паров нефтяной фракции графическим методом ($d_{15}^{15} = 0,79$) при 250 °С.
30. Найти теплоемкость пропана при 72 °С и атмосферном давлении.
31. Полагая этан идеальным газом, определить его теплоемкость при 110 °С и атмосферном давлении.
32. Найти молярную теплоемкость бутана при 150°С и 101,3 кПа.
33. Определить теплоемкость смеси при нормальных условиях, объемное содержание в которой метана – 30 %, этилена – 60 %, этана – 10 %.
34. Пропан-пропиленовая фракция состоит из 35 % пропана и 65 % пропилена. Определить ее теплоемкость при 149 °С и 1,57 МПа.
35. Найти энтальпию этилена при 107 °С, считая его идеальным газом.
36. Какова энтальпия этана при 160 °С, если принять, что он подчиняется законам идеального состояния?
37. Определить энтальпию водородсодержащего газа при 250 °С и атмосферном давлении. Состав газа (в объемных процентах): водород - 80; метан - 15; этан - 5.
38. Найти энтальпию пропан-бутановой смеси (соотношение пропан:бутан = 4:1 по объему) при 89 °С и 0,84 МПа.
39. Какое количество теплоты потребуется для нагрева от 20 до 60 °С 1000 кг газовой смеси, массовая доля метана в которой равна 0,67 и этана - 0,33? Нагрев осуществляется при атмосферном давлении.
40. Объемное содержание метана, этана и сероводорода в сухом газе составляет соответственно 75, 15 и 10 %. Рассчитать количество теплоты,

которое выделится при охлаждении 1 кг этого газа с 90 до 30 °С при атмосферном давлении.

41. Определить теплоту испарения *изо-бутана* при 20 °С и нормальном давлении.

42. Какова теплота испарения пропан-пропиленовой смеси (соотношение пропан: пропилен = 3:1 по массе) при температуре минус 50 °С и атмосферном давлении?

43. Найти теплоту испарения этана при 3,2 МПа.

44. В бытовом сжиженном газе содержание пропана составляет 80 %, бутана – 20 %. Найти теплоту его испарения при минус 5 °С и $1,1 \cdot 10^6$ Па.

45. Определить теплоту испарения *изо-пентана* при 67 °С и $6,2 \cdot 10^5$

46. Па.

47. Рассчитать объем паров, получаемых при испарении 50 кг *изо-пентана*.

48. Определить объем паров, получаемых при испарении 120 кг/ч *изо-бутан-бутановой* смеси.

49. Найти теплоту сгорания пропан-бутановой смеси, объемное содержание в которой составляет 78 % пропана и 22 % н-бутана.

50. Найти теплоту сгорания пропановоздушной смеси, в которой содержится 60 % пропана.

51. Какова теплота сгорания метана при 155 кПа и 35 °С?

52. Газ Ямбургского месторождения характеризуется объемным содержанием компонентов: метан - 89,6 %; этан - 5,9 %; пропан - 2,4 %; бутан и выше - 1,1 %; инертные газы - 1,0 %. Рассчитать теплоту сгорания газа.

53. Определить теоретический расход воздуха, необходимого для сжигания 1 м³ метановодородной смеси (4:1 по объему).

54. Для сгорания газообразного топлива (объемное содержание: 95 % метана и 5 % этана) подается воздух в количестве 10,58 м³ на 1 м³. Найти коэффициент избытка воздуха.

55. Вычислить объем продуктов сгорания при сжигании 1 м³ пропан-бутановой смеси (1:1 по объему), которые имеют температуру 250 °С.

56. Найти жаропроизводительность пропан-бутановой смеси, состоящей из 79 % пропана и 21 % бутана (по объему).

57. Какова жаропроизводительность топливного газа, состав которого (в объемных долях) следующий: метан - 0,65; этан - 0,25; водород - 0,10?

58. Кривая ИТК фракции 240-350 °С соболиной нефти представлена цифровыми значениями: начало кипения (н.к.) – 241 °С; 10% - 253 °С; 30 % - 274 °С; 50 % - 91 °С; 70 % - 316 °С; 90 % - 339 °С; 98 % - 349 °С. Построить кривую ИТК и линию ОИ при атмосферном давлении.

59. При разгонке давидовской нефти в стандартном аппарате АРН-2 для ее керосино-газойлевой части получены следующие результаты:

Пределы выкипани я фракции, °С	200-220	220-240	240-250	250-260	260-280	280-300
Выход на нефть, %	1,78	2,14	3,03	2,02	2,17	2,90

Построить кривую ИТК и линию ОИ при атмосферном давлении для фракции 200-300 °С.

60. Построить линию ОИ при атмосферном давлении для бензиновой фракции, характерные точки выкипания которых по данным ИТК следующие: 10 % - 54 °С; 50 % - 117 °С; 70 % - 143 °С.

61. Построить приближенно линию ОИ для фракции 250-350°С.

62. Взятые по ИТК доли отгона и соответствующие температуры для широкой масляной фракции (ШМФ) следующие: 10 % - 368 °С; 50 % - 415°С; 70 % - 460 °С. Построить линии ОИ для ШМФ при давлении 10 кПа.

63. Построить линию однократного испарения для фракции реактивного топлива 120-240 °С при атмосферном давлении.

64. Построить линию ОИ для узкой бензиновой фракции 140-180°С при давлении 340 кПа.

65. Масляный погон 360-420°С выходит из колонны при давлении 9 кПа. Построить линию ОИ погона для заданного давления.

66. Построить линию ОИ бензина, имеющего следующий фракционный состав: н.к – 45 °С, 10 % - 80 °С; 20 % - 100 °С, 30 % - 115 °С, 40 % - 125 °С, 50 % - 145 °С, 60 % - 160 °С, 70 % - 172 °С, 80 % - 185 °С, 90 % - 195 °С, к.к – 205 °С.

67. Фракция 120-230 °С выводится боковым продуктом из колонны К-2. Найти по линии однократного испарения температуру вывода фракции, если ее парциальное давление составляет 90 кПа.

68. Сверху ректификационной колонны выходит 96 300 кг/ч паров бензиновой фракции 105-180 °С и 3720 кг/ч водяных паров. Фракционный состав бензина: 10% - 114°С, 50% - 142°С, 70% - 162°С, его молярная масса 112 кг/кмоль. Найти температуру верха колонны, если давление над верхней тарелкой составляет 147 кПа.

69. Масляный дистиллят 420-460 °С (М=403 кг/кмоль) в количестве 7570 кг/ч отбирается в качестве бокового продукта вакуумной колонны. Через сечение отбора проходит 9610 кг/ч паров фракции 350-420°С (М=370 кг/кмоль), 720 кг/ч паров и газов разложения (М=36 кг/кмоль) и 1150 кг/ч водяных паров. Давление на тарелке отбора 14,7 кПа. Определить температуру вывода дистиллята.

70. Верхний продукт, выходящий в парах при давлении 1500 кПа сверху ректификационной колонны-депропанизатора, имеет состав (в молярных долях): этан - 0,009, пропан - 0,971, *изо-бутан* 0,012, н-бутан - 0,008. Рассчитать температуру вверху колонны. Для определения констант фазового равновесия компонентов использовать справочные данные (например, воспользоваться номограммой).

71. Бутановая колонна установки стабилизации газового бензина работает под давлением 600 кПа. Сверху колонны выходит продукт, молярный состав паров которого: пропан - 0,083, *изо-бутан* - 0,328, н-бутан - 0,526, *изо-пентан* - 0,042, н-пентан - 0,021. Найти температуру уходящих паров. Константы фазового равновесия определить воспользовавшись справочными данными

72. Определить температуру верха отбензинивающей колонны, работающей под давлением 317 кПа. Данные для расчета следующие:

Температурные пределы выкипания фракций,	y'_i	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$
Н.к. - 85	0,861	63
85 - 140	0,128	110
140 - 180	0,011	158

73. Жидкий остаток *изо-бутановой* колонны, работающей под давлением 0,65 МПа, имеет состав (в массовых долях): *изо-бутан* - 0,025, н-бутан - 0,844, *изо-пентан* - 0,131. Определить температуру внизу колонны.

74. Снизу ректификационной колонны выходит концентрат о-ксилола, характеристика которого следующая:

	x'_i	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
м-Ксилол	0,022	139,1
о-Ксилол	0,950	144,4
Ароматические углеводороды C_9	0,028	160,0

75. Нижний продукт одной из колонн вторичной перегонки бензина имеет следующие состав и средние температуры кипения:

Температурные пределы выкипания фракций, $^{\circ}\text{C}$	x'_i	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$
85 - 105	0,025	96
105 - 140	0,071	122
140 - 180	0,904	159

Давление внизу колонны составляет 238 кПа. Определить температуру вывода продукта.

76. Рассчитать молярный состав жидкой фазы нефти, нагретой до 290°C при 213 кПа. Исходные данные для расчета:

Компонент	x'_{0i}	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.к. - 120 $^\circ C$	0,312	86
120 - 130 $^\circ C$	0,279	172
230 - 350 $^\circ C$	0,196	286
Выше 350 $^\circ C$	0,213	420

Молярную долю отгона нефти принять $e = 0,66$.

77. Даны состав и характеристики лугинецкого газового конденсата:

Пределы выкипания, $^\circ C$	x'_{0i}	M_i , кг/кмоль	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.к. - 85	0,282	78	53
85 - 120	0,253	100	102
120 - 180	0,241	122	144
180 - 250	0,138	168	195
Выше 250	0,086	240	270

Определить молярный состав паровой фазы конденсата, нагретого до 190 $^\circ C$ при 392 кПа. Молярная доля отгона равна 0,84.

78. При давлении 189 кПа нефть подогревается до температуры 230 $^\circ C$. Характеристика нефти приведена ниже:

Фракции	x_{0i}	M_i , кг/кмоль	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.к. - 180	0,162	120	125
180 - 350	0,215	217	270
350 - 430	0,158	332	390
430 - 510	0,193	391	470
Выше 510	0,171	475	-

Молярная доля отгона при этих условиях $e = 0,21$. Определить массовую долю отгона нефти.

79. Отбензиненная нефть поступает в основную атмосферную колонну при 360 $^\circ C$ и 178 кПа. Массовый состав нефти, средние температуры кипения и молярные массы фракций следующие:

Фракции, $^\circ C$	x_{0i}	M_i , кг/кмоль	$t_{cp}, ^\circ C$
105 - 180	0,137	128	142
180 - 340	0,296	208	260
340 - 430	0,198	280	385
Выше 430	0,369	372	500

Определить молярную долю отгона нефти при заданных условиях.

80. Широкая бензиновая фракция состоит из следующих фракций-компонентов:

Компонент	x'_{0i}	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.к. - 85 $^\circ C$	0,323	70
85 - 120 $^\circ C$	0,249	100

120 - 140°C	0,145	130
Выше 140°C	0,283	162

При нагреве фракции до некоторой температуры молярная доля отгона составила 0,17 при давлении 335 кПа.

Определить температуру нагрева.

81. Определить расход промывной воды при обессоливании нефти до остаточного содержания воды 0,2 % и солей 5 г/м³. Плотность нефти 900 кг/м³, содержание воды в нефти, поступающей на ЭЛОУ 1 % (масс.), концентрация солей в пластовой воде 1000 г/м³ нефти. Принята двухступенчатая схема ЭЛОУ.

82. Определить максимальную производительность электродегидрататора для обессоливания нефти. Производительность установки 900 м³/ч, температура в отстойнике $t=100$ °С, плотность нефти при 100 °С равна 800 кг/м³, плотность воды при 100 °С 958 кг/м³, кинематическая вязкость нефти при 100 °С равна $2,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с, диаметр наименьших капель воды, осаждающихся в отстойнике $2,2 \cdot 10^{-4}$ м.

2. Расчетно-графическая работа – выполнение обязательно

Расчетно-графическая работа – самостоятельная учебно-методическая работа студентов университетов, выполняемая самостоятельно по общенаучным и специальным дисциплинам учебного плана и выполняется по индивидуальным вариантам.

Целью расчетно-графической работы является приобретение студентами навыков и умений, необходимых для анализа технологических процессов и систем.

Выполненная расчетно-графическая работа оформляется в соответствии с требованиями РД 012-2012 ФГБОУ ВО «КНАГУ», затем сдается на проверку в печатном варианте преподавателю, а после проверки выкладывается в личный кабинет студента.

Работа, не отвечающая установленным требованиям, по решению преподавателя, может быть возвращена для доработки с учетом сделанных замечаний и должна быть повторно предъявлена в срок, указанный руководителем, но до начала экзаменационной сессии.

Студенты, не сдавшие РГР, считаются имеющими академическую задолженность и не допускаются к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Примерные варианты заданий для РГР

Вариант № 1

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-48 °С, 10 % - 78 °С, 20 % - 99 °С, 30 % - 110 °С, 40 % - 120 °С, 50 % - 130 °С, 60 % - 162 °С, 70 % - 175 °С, 80 % - 180 °С, 90 % - 190 °С, К.К. – 205 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 7 кПа.

- Определить температуру верха отбензинивающей колонны, работающей под давлением 317 кПа. Данные для расчета следующие:

Температурные пределы выкипания фракций, °C	y'_i	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.К.-85	0,681	63
85-140	0,128	110
140-180	0,011	158

Вариант № 2

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-55 °C, 10 % - 95 °C, 20 % - 105 °C, 30 % - 130 °C, 40 % - 135 °C, 50 % - 139 °C, 60 % - 180 °C, 70 % - 189 °C, 80 % - 191 °C, 90 % - 200 °C, К.К. – 210 °C

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,011 МПа.

- Жидкий остаток изо-бутановой колонны, работающей под давлением 0,65 Мпа, имеет состав (в массовых долях): изо-бутан – 0,025, н-бутан – 0,844, изо-пентан – 0,131. Определите температуру внизу колонны.

Вариант № 3

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-80 °C, 10 % - 90 °C, 20 % - 115 °C, 30 % - 130 °C, 40 % - 140 °C, 50 % - 142 °C, 60 % - 160 °C, 70 % - 169 °C, 80 % - 180 °C, 90 % - 200 °C, К.К. – 202 °C

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 917 кгс/м².

- При давлении 195 кПа нефть подогревается до температуры 245 °C. Характеристика нефти приведена ниже:

Фракции, °C	x'_{oi}	M_i , кг/кмоль	$t_{cp}, ^\circ C$
Н.К.-180	0,171	120	125
180-350	0,221	217	270
350-430	0,195	332	390
430-510	0,182	391	470

выше 510	0,231	475	-
----------	-------	-----	---

Молярная доля отгона при этих условиях $e' = 0,25$. Определить массовую долю отгона нефти.

Вариант № 4

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-80 °С, 10 % - 90 °С, 20 % - 115 °С, 30 % - 130 °С, 40 % - 140 °С, 50 % - 142 °С, 60 % - 160 °С, 70 % - 169 °С, 80 % - 180 °С, 90 % - 200 °С, К.К. – 202 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,0093 Мпа

- Определить температуру верха отбензинивающей колонны, работающей под давлением 280 кПа. Данные для расчета следующие:

Температурные пределы выкипания фракций, °С	y'_i	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$
Н.К.-85	0,520	63
85-140	0,314	110
140-180	0,166	158

Вариант № 5

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-90 °С, 10 % - 98 °С, 20 % - 110 °С, 30 % - 130 °С, 40 % - 136 °С, 50 % - 138 °С, 60 % - 150 °С, 70 % - 160 °С, 80 % - 175 °С, 90 % - 186 °С, К.К. – 200 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 8700 Па

- Снизу ректификационной колонны выходит концентрат о-ксилола, характеристика которого следующая:

Компонент	x'_i	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$
м-Ксилол	0,022	139,1
о-Ксилол	0,950	144,4
Ароматические углеводороды C9	0,028	160,0

Давление внизу колонны составляет 236 кПа. Определить температуру вывода продукта.

Вариант № 6

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-120 °С, 10 % - 126 °С, 20 % - 132 °С, 30 % - 135 °С, 40 % - 145 °С, 50 % - 150 °С, 60 % - 155 °С, 70 % -160 °С, 80 % - 175 °С, 90 % - 186 °С, К.К. – 208 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 1224 кгс/м²

- Нижний продукт одной из колонн вторичной перегонки бензина имеет следующий состав и средние температуры кипения:

Температурные пределы выкипания фракций, °С	x'_i	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$
85-105	0,025	96
105-140	0,071	122
140-180	0,904	159

Давление внизу колонны составляет 238 кПа. Определить температуру вывода продукта.

Вариант № 7

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К.-150 °С, 10 % - 155 °С, 20 % - 168 °С, 30 % - 178 °С, 40 % - 179 °С, 50 % - 185 °С, 60 % - 192 °С, 70 % -215 °С, 80 % - 224 °С, 90 % - 255 °С, К.К. – 260 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,0087 Мпа

- Рассчитать молярный состав жидкой фазы нефти, нагретой до 290 °С при 213 кПа. Исходные данные для расчета:

Компонент	x'_{oi}	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$
Н.К.-120 °С	0,312	86
120-230 °С	0,279	172
230-350 °С	0,196	286
выше 350 °С	0,213	420

Вариант № 8

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К-220 °С, 10 % - 226 °С, 20 % - 230 °С, 30 % - 238 °С, 40 % - 242 °С, 50 % - 255 °С, 60 % - 267 °С, 70 % - 280 °С, 80 % - 302 °С, 90 % - 312 °С, К.К. – 320 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,0075 МПа

- Даны состав и характеристики лугинецкой нефти газового конденсата:

Пределы выкипания, °С	x'_{oi}	M_i , кг/кмоль	t_{cp} , °С
Н.К-85	0,282	78	53
85-120	0,253	100	102
120-180	0,241	122	144
180-250	0,138	168	195
выше 250	0,086	240	270

Определить молярный состав паровой фазы конденсата, нагретого до 190 °С при 392 кПа. Молярная доля отгона равна 0,84.

Вариант № 9

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К-210 °С, 10 % - 226 °С, 20 % - 240 °С, 30 % - 256 °С, 40 % - 268 °С, 50 % - 274 °С, 60 % - 295 °С, 70 % - 299 °С, 80 % - 319 °С, 90 % - 327 °С, К.К. – 330 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 948,3 кгс/м².

- При давлении 189 кПа нефть подогревается до температуры 230 °С. Характеристика нефти приведена ниже:

Фракции, °С	x'_{oi}	M_i , кг/кмоль	t_{cp} , °С
Н.К-180	0,162	120	125
180-350	0,215	217	270
350-430	0,158	332	390
430-510	0,193	391	470
выше 510	0,171	475	-

Молярная доля отгона при этих условиях $e' = 0,21$. Определить массовую долю отгона нефти.

Вариант № 10

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 230 °С, 10 % - 265 °С, 20 % - 289 °С, 30 % - 301 °С, 40 % - 332 °С, 50 % - 340 °С, 60 % - 356 °С, 70 % - 361 °С, 80 % - 372 °С, 90 % - 390 °С, К.К. – 395 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 950 кгс/м²

- Отбензиненная нефть поступает в основную атмосферную колонну при 360 °С и 178 кПа. Массовый состав нефти, средние температуры кипения и молярные массы фракций следующие:

•

Фракции, °С	x'_{O_i}	M_i , кг/кмоль	t_{cp} , °С
105-180	0,137	128	142
180-340	0,296	208	260
340-430	0,198	280	385
Выше 430	0,369	372	500

Определить молярную долю отгона нефти при заданных условиях

Вариант № 11

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 240 °С, 10 % - 252 °С, 20 % - 263 °С, 30 % - 274 °С, 40 % - 284 °С, 50 % - 296 °С, 60 % - 312 °С, 70 % - 326 °С, 80 % - 342 °С, 90 % - 360 °С, К.К. – 371 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 812 кгс/м².

- Широкая бензиновая фракция состоит из следующих фракций-компонентов:

Компонент	x'_{O_i}	t_{cp} , °С
Н.К.-85 °С	0,323	70
85-120 °С	0,249	100
120-140 °С	0,145	130
Выше 140 °С	0,283	162

При нагреве фракции до некоторой температуры молярная доля отгона составила 0,17 при давлении 335 кПа. Определить температуру нагрева.

Вариант № 12

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 280 °С, 10 % - 304 °С, 20 % - 330 °С, 30 % - 350 °С, 40 % - 367 °С, 50 % - 390 °С, 60 % - 401 °С, 70 % - 410 °С, 80 % - 420 °С, 90 % - 426 °С, К.К. – 430 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,07648 кгс/см²

- Снизу ректификационной колонны выходит концентрат о-ксилола, характеристика которого следующая:

Компонент	x'_i	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$
м-Ксилол	0,022	139,1
о-Ксилол	0,950	144,4
Ароматические углеводороды C9	0,028	160,0

Давление внизу колонны составляет 210 кПа. Определить температуру вывода продукта.

Вариант № 13

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К-91 °С, 10 % - 97 °С, 20 % - 115 °С, 30 % - 126 °С, 40 % - 134 °С, 50 % - 138 °С, 60 % - 142 °С, 70 % - 160 °С, 80 % - 175 °С, 90 % - 192 °С, К.К. – 203 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,1122 кгс/см²

- Определить температуру верха отбензинивающей колонны, работающей под давлением 291 кПа. Данные для расчета следующие:

Температурные пределы выкипания фракций, °С	y'_i	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$
Н.К.-85	0,421	63
85-140	0,401	110
140-180	0,178	158

Вариант № 14

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 272 °С, 10 % - 295 °С, 20 % - 311 °С , 30 % - 348 °С, 40 % - 367 °С, 50 % - 380 °С, 60 % - 401 °С, 70 % -414 °С, 80 % - 419 °С, 90 % - 422 °С, К.К. – 430 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 0,1111 кгс/см²

- Жидкий остаток изо-бутановой колонны , работающей под давлением 0,71 МПа, имеет состав (в массовых долях): изо-бутан – 0,018, н-бутан – 0,901, изо-пентан – 0,081. Определите температуру внизу колонны

Вариант № 15

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К-55 °С, 10 % - 95 °С, 20 % - 105 °С , 30 % - 130 °С, 40 % - 135 °С, 50 % - 139 °С, 60 % - 180 °С, 70 % -189 °С, 80 % - 191 °С, 90 % - 200 °С, К.К. – 210 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 914 кгс/м².

- Нижний продукт одной из колонн вторичной перегонки бензина имеет следующий состав и средние температуры кипения:

Температурные пределы выкипания фракций, °С	x'_i	$t_{ср}, ^\circ\text{C}$
85-105	0,030	96
105-140	0,067	122
140-180	0,903	159

Давление внизу колонны составляет 238 кПа. Определить температуру вывода продукта.

Вариант № 16

- Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 300 °С, 10 % - 310 °С, 20 % - 315 °С , 30 % - 330 °С, 40 % - 342 °С, 50 % - 351 °С, 60 % - 362 °С, 70 % - 374 °С, 80 % - 400 °С, 90 % - 426 °С, К.К. – 430 °С

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 952 кгс/м².

- Широкая бензиновая фракция состоит из следующих фракций-компонетов:

Компонент	x'_{oi}	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$
Н.К.-85 °С	0,282	73
85-120 °С	0,253	115
120-140 °С	0,241	136
Выше 140 °С	0,224	168

При нагреве фракции до некоторой температуры молярная доля отгона составила 0,17 при давлении 335 кПа. Определить температуру нагрева.

3. Собеседование по темам разделов

В течение семестра проводится контроль усвоения теоретического курса дисциплины посредством проведения собеседований по темам разделов.

Вопросы строго соответствуют темам указанным в таблице 5 настоящей рабочей программы.

4. Экзамен

Экзамен проводится в виде собеседования. Вопросы, выносимые на экзамен, строго соответствуют темам, указанным в таблице 5 настоящей РП.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная литература

- Петров, В.В Расчет процессов и аппаратов ректификации: учебное пособие / В.В. Петров, А.В. Моисеев. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 156 с.
- Моисеев, А. В. Расчетные методы определения физико-химических свойств углеводородных систем, нефтей и нефтепродуктов: примеры и задачи / А.В. Моисеев, учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре «КНАГТУ», 2010. – 179 с
- Сарданашвили, А.Г. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа : учебное пособие / А. Г. Сарданашвили, А. И. Львова. - 3-е изд. - СПб.: Интеграл, 2008; 2007. - 268с. – 15 шт
- Леффлер, У.Л. Переработка нефти / У. Л. Леффлер; Пер. с англ. - 2-е изд., пересм. - М.: Олимп-Бизнес, 2001. - 223с. – 12 шт

8.2 Дополнительная литература

- Снарев, А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа: учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / А.И. Снарев. - изд. 3-е, доп. - М.: Инфра-Инженерия, 2010. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0025-1

- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/520451>

- Нефтепереработка: практический вводный курс: учебное пособие / Подвинцев И.Б., - 2-е изд., перераб. И доп. – Долгопрудный: Интеллект, 2015. – 160 с. ISBN 978-5-91559-190-4/www.znanium.com/catalog.php, ограниченный. – Загл. С экрана.

- Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей: Учебное пособие / Кравцов А.В., Самборская М.А., Вольф А.В., - 2-е изд. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 166 с.

- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/674042>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.xumuk.ru/>

2. <http://chem21.info>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного выполнения задач на практических занятиях и расчетно-графической работы студентам необходимо пользоваться как знаниями, полученными на лекционных и практических занятиях, так и информацией полученной из дополнительных источников.

1. Петров, В.В Расчет процессов и аппаратов ректификации: учебное пособие / В.В. Петров, А.В. Моисеев. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2012. – 156 с.

2. Моисеев, А. В. Расчетные методы определения физико-химических свойств углеводородных систем, нефтей и нефтепродуктов: примеры и задачи / А.В. Моисеев, учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре «КНАГТУ», 2010. – 179 с.

3. Расчет ректификационных колонн установок перегонки нефти [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Гречухина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79495.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Пример расчетно-графической работы

Задание 1

Построить линию ОИ фракции, имеющей следующий фракционный состав:

Н.К- 240 °С, 10 % - 252 °С, 20 % - 263 °С, 30 % - 274 °С, 40 % - 284 °С, 50 % - 296 °С, 60 % - 312 °С, 70 % - 326 °С, 80 % - 342 °С, 90 % - 360 °С, К.К. – 371 °С.

Определить температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 812 кгс/м².

Решение:

Для решения этой задачи построим линию ИТК по заданным значениям разгонки данной фракции.

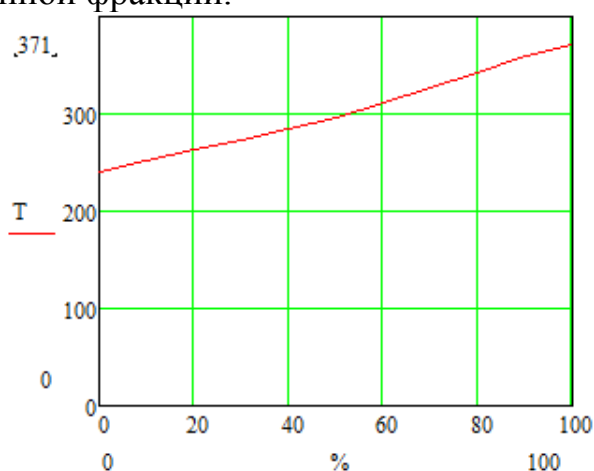


Рисунок 1 – Линия ИТК

Найдем $tg \angle ИТК$ фракции 240-371 °С:

$$tg \angle ИТК = \frac{t_{70} - t_{10}}{70 - 10} = \frac{326 - 252}{70 - 10} = 1,23.$$

Температура 50%-ного отгона равна 296 °С. По графику Обрядчикова и Смидович (см. рис. 2), используя полученные данные ($tg \angle ИТК = 1,23$ и $t_{50} = 296^\circ\text{С}$), получим на оси ординат две точки – одна соответствует 29% отгона по кривой ИТК (0% отгона по ОИ), вторая – 61,5% отгона по ИТК (100% отгона по ОИ). Откладываем эти точки на рисунке и соединяем прямой (рисунок 3).

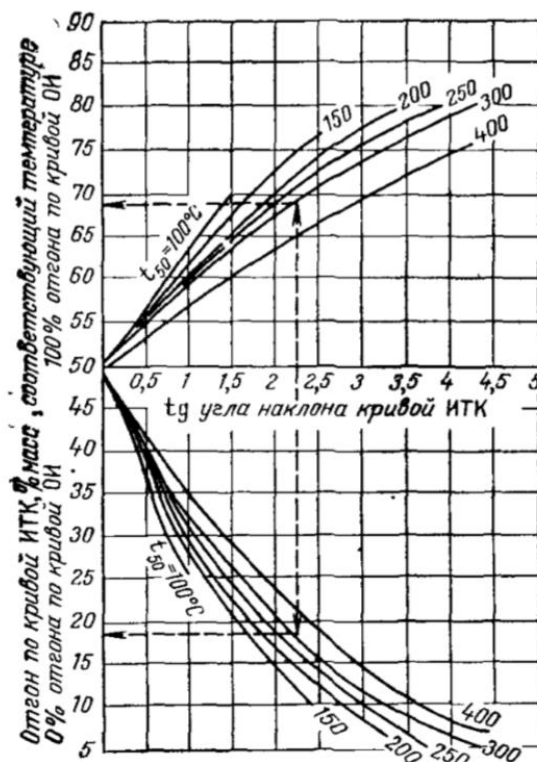


Рисунок 2 – График Обрядчикова и Смидович

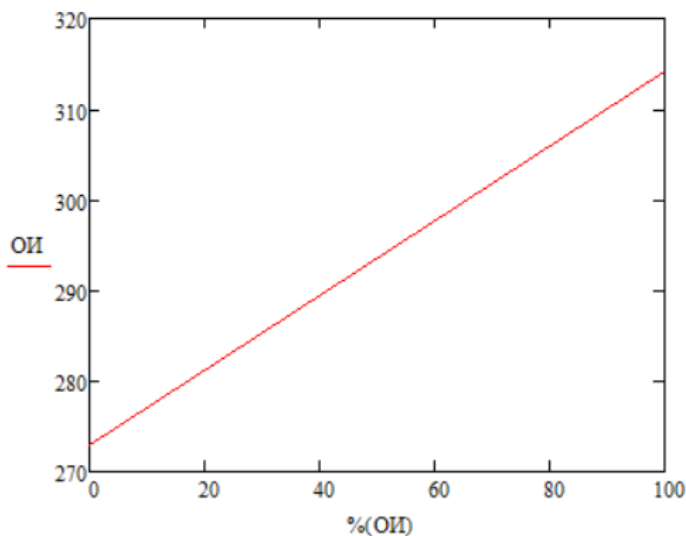


Рисунок 3 – Линия ОИ

Существует также другой метод определения ОИ - метод Нельсона. Нельсон и Харви предложили следующий метод построения линии однократного испарения фракции при атмосферном давлении:

- 1) Определяют $tg \angle ИТК$; по графику (рисунок 4).
- 2) Определяют наклон линии ОИ. $tg \angle ОИ = 0,7$.
- 3) По кривой 3 (рисунок 4) определяют Δt – разность между 50%-ными точками на линиях ИТК и ОИ. Из $tg \angle ОИ = 0,7$ следует, что $\Delta t = 7^\circ \text{C}$.

Так как

$$\Delta t = t_{50}^{ИТК} - t_{50}^{ОИ},$$

то

$$t_{50}^{OI} = t_{50}^{ИТК} - \Delta t,$$

Подставив числовые значения, получим:

$$t_{50}^{OI} = 296 - 7 = 289^\circ\text{C}.$$

Зная температуру, отвечающую 50%-ному отгону по ИТК (50%-ная точка по ИТК), можно вычислить температуры начала и конца ОИ (в $^\circ\text{C}$)

$$t_0^{OI} = t_{50}^{OI} - 50 \text{tg} \angle \text{ОИ},$$

$$t_{100}^{OI} = t_{50}^{OI} + 50 \text{tg} \angle \text{ОИ}.$$

Получим

$$t_0^{OI} = 289 - 50 * 0,7 = 261^\circ\text{C},$$

$$t_{100}^{OI} = 289 + 50 * 0,7 = 331^\circ\text{C}.$$

Через полученные точки начала и конца ОИ проводят прямую.



Рисунок 4 – График для построения кривых ОИ нефтяных фракций
 Δt – разность между температурами выкипания 50% по ИТК и ОИ; 1 – кривая для определения tg угла наклона кривой ОИ при помощи разгонки по ГОСТ; 2 – то же при помощи разгонки по ИТК; 3 – кривая разности температур выкипания 50% по кривым ИТК и ОИ

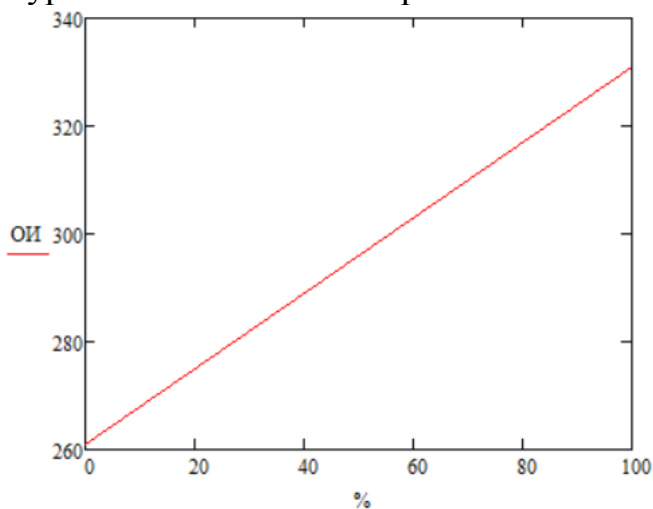


Рисунок 5 – Линия ОИ по методу Нельсона и Харви

Далее определим температуру выхода жидкой фракции из колонны при парциальном давлении 812 кгс/м^2 . Для этого нам понадобится номограмма

(график Кокса) для определения давления насыщенных паров углеводородов и воды при различных температурах (рисунок 6).

Для этого найдем точку пересечения температуры, соответствующей 100%-ому выходу по линии ОИ и давления, при котором была определена ОИ. Затем спустимся по кривой, на которой лежит определенная нами точка, до прямой заданного давления. Снимаем показания температуры, она соответствует температуре выхода жидкой фракции из колонны при заданном давлении.

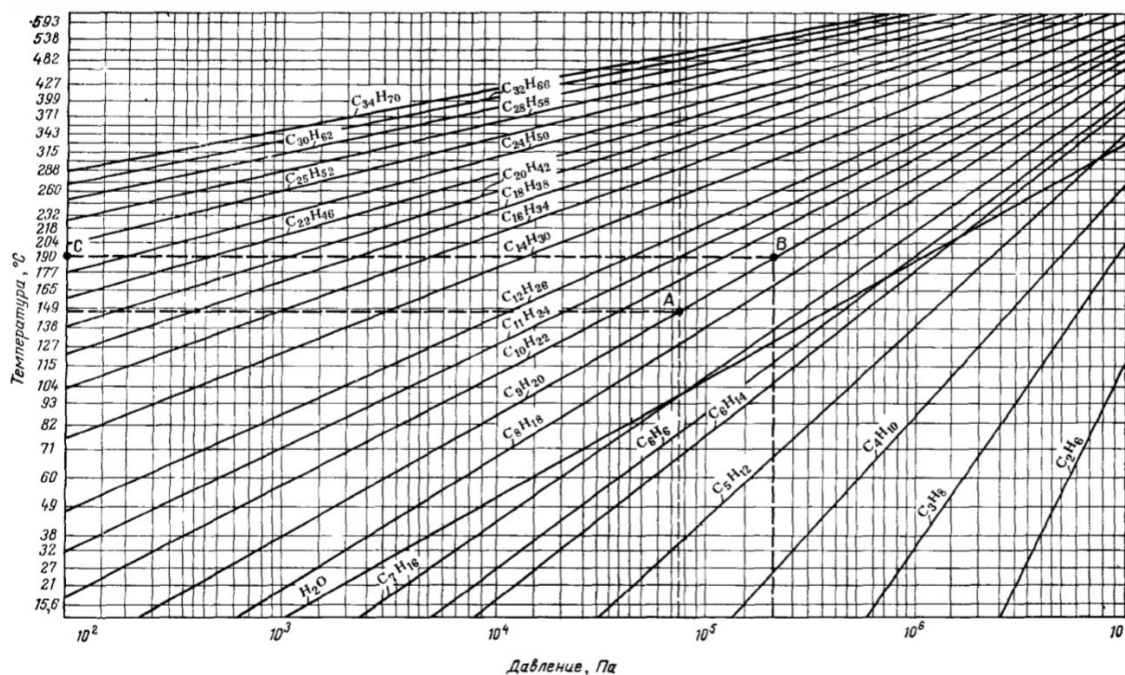


Рисунок 6 – Номограмма (график Кокса) для определения давления насыщенных паров углеводородов и воды при различных температурах.

Переведем заданное давление в Па, умножив парциальное давление на переводный коэффициент:

$$812 * 9,80665 = 7963 \text{ Па}$$

Данное давление соответствует температуре выхода жидкой фракции равной 295 °C.

Задание 2

Широкая бензиновая фракция состоит из следующих фракций-компонентов:

Компонент	x'_{oi}	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$
Н.К.-85 °C	0,323	70
85-120 °C	0,249	100
120-140 °C	0,145	130
Выше 140 °C	0,283	162

При нагреве фракции до некоторой температуры молярная доля отгона составила 0,17 при давлении 335 кПа. Определить температуру нагрева.

Решение:

Температуры потоков рассчитываются путем последовательного приближения до тех пор, пока не будут выполняться следующие равенства для парожидкостного потока с заданной молярной долей отгона e' :

$$\sum \frac{k_i x'_{oi}}{1 + e'(k_i - 1)} = 1,$$

где x'_{oi} – молярная доля i -го компонента в сырье.

Хотя температура не входит в явном виде в выражения изотерм, ее изменение влияет на константу фазового равновесия k_i , точнее, на давление насыщенных паров p_{hi} компонентов ($k_i = p_{hi}/p$).

Давление насыщенных паров каждой фракции определим по формуле Ашворта:

$$\lg(p_{hi} - 3158) = 7,6715 - \frac{2,68f(T)}{f(T_0)},$$

где p_{hi} – давление насыщенных паров при температуре T , Па;

T_0 – средняя температура кипения фракции при атмосферном давлении, К.

Выразим p_{hi} из уравнения и получим:

$$p_{hi} = 10^{7,6715 - \frac{2,68f(T)}{f(T_0)}} + 3158.$$

Функция температур $f(T)$ и $f(T_0)$ выражается уравнением

$$f(T) = \frac{1250}{\sqrt{T^2 + 108000} - 307,6} - 1,$$

$$f(T_0) = \frac{1250}{\sqrt{T_0^2 + 108000} - 307,6} - 1$$

От температуры зависит и доля отгона e' . По уравнению можно либо по заданной доле отгона находить температуру, либо, наоборот, по заданной температуре определять долю отгона.

Путем подстановки T в уравнения подберем искомую температуру нагрева, при которой требуемое равенство $\sum \frac{k_i x'_{oi}}{1 + e'(k_i - 1)} = 1$ будет верно. Значения функций, переменных и коэффициентов приведены в таблице.

Компонент	x'_{oi}	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$	$f(T_0)$	$f(T)$	$p_{hi}, \text{Па}$	k_i	$\frac{k_i x'_{oi}}{1 + e'(k_i - 1)}$
Н.К.-85 $^\circ\text{C}$	0,323	70	6,466	4,413	$6,985 \cdot 10^5$	2,085	0,569
85-120 $^\circ\text{C}$	0,249	100	5,596		$3,643 \cdot 10^5$	1,087	0,267
120-140 $^\circ\text{C}$	0,145	130	4,885		$1,81 \cdot 10^5$	0,54	0,085
Выше 140 $^\circ\text{C}$	0,283	162	4,261		$8,183 \cdot 10^5$	0,244	0,079
Всего:	1						1

Данные значения были получены при температуре $T=153,6 \text{ } ^\circ\text{C}$.

8 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа» предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем: Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian, Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian, Браузер Mozilla Firefox или Браузер Google Chrome. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно- телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольных работ.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации программы дисциплины «Технология первичной переработки нефти и газа» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы,	Преподаватель имеет возможность проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в

		включающей тач-скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.	процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.
--	--	---	---