

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»  
в поселке Яблоновском

Кафедра инженерных дисциплин и таможенного дела



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала МГТУ  
в поселке Яблоновском

Р.И. Екутеч

«04» 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.13 Химия нефти и газа

по направлению  
подготовки бакалавров 21.03.01 Нефтегазовое дело

по профилю подготовки Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

квалификация (степень)  
выпускника бакалавр

форма обучения очная, заочная

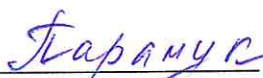
год начала подготовки 2019

Яблоновский

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана филиала МГТУ в поселке Яблоновском по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело


Составитель рабочей программы:

Доцент, кандидат технических наук  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись) Паранук А.А.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры инженерных дисциплин и таможенного дела

Заведующий кафедрой  
«17» 04 2019 г.


  
(подпись) Чуев И.Н.  
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией филиала МГТУ в поселке Яблоновском  
«17» 04 2019 г.

Председатель научно-методического  
совета направления подготовки  
21.03.01


  
(подпись) Чуев И.Н.  
(Ф.И.О.)

Директор филиала МГТУ  
в поселке Яблоновском  
«17» 04 2019 г.

  
(подпись) Екутеч Р.И.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой  
по направлению подготовки

  
(подпись) Чуев И.Н.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Химия нефти и газа» – составная часть подготовки бакалавра в области нефтегазового дела, направлена на изучение химического состава нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки: алканов, нафтенов, аренов, гетероатомных соединений; основных физико-химических методов исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов

**Цели** изучения дисциплины: приобретение студентами знаний в области химии нефти и газа исследований для последующего применения в нефтегазовой промышленности.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- формирование навыков научно-технического мышления, творческого применения полученных знаний в будущей деятельности;
- изучение химического состава нефтей, нефтепродуктов, газоконденсатов и газов;
- изучение физико-химических свойств углеводородов и других компонентов нефти и их влияния на свойства нефтепродуктов;
- изучение связи между строением молекул и немолекулярных структур компонентов нефти, их способностью к межмолекулярным взаимодействиям и фазовым переходам и свойствами нефтепродуктов;
- изучение основ химического и физико-химического анализа нефти и газа;
- изучение основ идентификации углеводородов нефти и продуктов ее переработки;

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Химия нефти и газа» участвует в процессе формирования специалиста данного профиля и способствует формированию фундаментальных и прикладных знаний. Изучение наиболее существенных разделов курса является составляющей частью единого процесса изучения всех учебных дисциплин.

Для изучения курса «Общая теория измерений» требуются знания таких дисциплин как «Химия», «Информатика», «Физика», «Математика».

Знания, полученные при изучении курса «Химия нефти и газа», требуются для успешного овладения таких дисциплин, «Основы нефтегазового промыслового дела», «Экология нефтегазовой промышленности», «Физика пласта», «Безопасность жизнедеятельности».

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы.

Для качественного усвоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов

**уметь:**

- проводить технологические расчеты химических процессов с использованием специализированных программ;
- проводить моделирование химических процессов с учетом физических параметров;

**владеть:**

- использует по назначению пакеты компьютерных программ для решения химических задач;
- компьютер для решения несложных инженерных расчетов;

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

- способность решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания (ОПК-1);

- способность проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-4).

В результате освоения дисциплины бакалавр должен:

#### *знать:*

- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов

#### *уметь:*

- проводить технологические расчеты химических процессов с использованием специализированных программ;
- проводить моделирование химических процессов с учетом физических параметров;

#### *владеть:*

- использует по назначению пакеты компьютерных программ для решения химических задач, компьютер для решения несложных инженерных расчетов;

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы для ОФО

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр
		3
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>51,25/1,42</b>	<b>51,25/1,42</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	17/0,47	17/0,47
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	17/0,47	17/0,47
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)		
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25/0,007	0,25/0,007
<b>Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)</b>	<b>56,75/1,58</b>	<b>56,75/1,58</b>
В том числе:		
Расчетно-графические работы		
Реферат	18/0,5	18/0,5
<i>Другие виды СР (если предусматриваются, приво-</i>		

<i>дится перечень видов СР)</i>		
1. Составление плана-конспекта	38,75/1,076	38,75/1,076
Курсовой проект (работа)	-	-
<b>Контроль (всего)</b>	-	-
Форма промежуточной аттестации: (зачет)	зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость (часы/ з.е.)</b>	<b>108/3</b>	<b>108/3</b>

#### 4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы для ЗФО

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>12,25/0,3</b>	<b>12,25/0,3</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	4/0,17	4/0,17
Практические занятия (ПЗ)	4/0,11	4/0,11
Семинар(С)		
Лабораторные работы (ЛР)	4/0,11	4/0,11
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)		
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25/0,007	0,25/0,007
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)</b>	<b>92/2,56</b>	<b>92/2,56</b>
В том числе:		
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	20/0,55	20/0,55
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
Составление плана-конспекта	74/2,05	74/2,05
Курсовой проект (работа)	-	-
<b>Контроль (всего)</b>	<b>3,75/0,1</b>	<b>3,75/0,1</b>
Форма промежуточной аттестации: <b>зачет</b>	зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость (часы/ з.е.)</b>	<b>108/3</b>	<b>108/3</b>

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для студентов ОФО

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	ПЗ	ЛР	КРАТ	СРП	контроль	СРС		
1.	Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	1-2	2	2	3					6	Тестирование Лабораторная работа, ее защита.
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	3-4	2	2	4					7	Тестирование. Лабораторная работа, ее защита.
3.	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	5-6	2	2	2					6	Блиц-опрос. Лабораторная работа, ее защита.
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые); - смолисто-асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.	7-8	2	2	2					8	Тестирование. Лабораторная работа, ее защита.

5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	9-10	2	2	2				8	Блиц-опрос. Лабораторная работа, ее защита.
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	11-12	2	2	2				6	Блиц-опрос Лабораторная работа, ее защита.
7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	13-14	2	2	2				6	Тестирование
8.	Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	15-16	3	3	-				9,75	Блиц-опрос.
<b>Промежуточная аттестация: зачет</b>		17						0,25		
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>			<b>0,25</b>	<b>56,75</b>	

## 5.2. Структура дисциплины для студентов ЗФО

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						
		Л	ПЗ	ЛР	КРАТ	Контроль	СРП	СРС
1.	Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	2	1	-				10
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	1	1	2				12
3.	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	1	1	2				12
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые);	-	-	-				12

	- смолисто- асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.						
5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводов и других компонентов нефти и газа	2	-	-			12
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	-	-	-			10
7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	-	1	-			12
8.	Термические и каталитические превращения углеводов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	-	-	-			12
<b>Промежуточная аттестация: зачет</b>						<b>3,75</b>	
<b>ИТОГО:</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>3,75</b>	<b>92</b>



**5.3. Содержание разделов дисциплины «Химия нефти и газа», образовательные технологии**  
**Лекционный курс**

№ темы	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / зач. ед.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1.	Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	2/0,06	2/0,06	Роль углеводородного сырья в экономике России. Объем добычи нефти и газа. Краткая характеристика компонентов нефти. Фракционный состав нефтей. Классификации нефти и природных газов.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - принципиальные особенности моделирования химических процессов, предназначенных для конкретных технологических вопросов на объектах нефтегазового комплекса; <b>Уметь:</b> - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин; <b>Владеть:</b> - техникой экспериментирования с использованием пакетов программ для химических процессов.	Лекция- беседа. Лабораторная работа, ее защита.
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	2/0,06	1/0,03	Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: - разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии; - хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа в целях моделирования технологических процессов на объектах нефтегазового комплекса; <b>Уметь:</b> - обрабатывать результаты экспериментальных данных с использованием стандартного оборудования, приборов и	Проблемная лекция. Тематическая лабораторная работа и ее защита.

						материалов; <b>Владеть:</b> - техникой экспериментирования с использованием пакетов прикладных программ.	
3.	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	2/0,06	1/0,03	Алканы, циклоалканы, ароматические углеводороды, олефины и диолефины. Физические и химические свойства. Количественное определение, выделение и идентификация. Номенклатура и изомерия.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - технологию проведения типовых экспериментов по оценке углеводородного состава нефти на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; <b>Уметь:</b> - обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности с использованием стандартного оборудования, приборов и материалов; <b>Владеть:</b> - техникой экспериментирования с использованием пакетов программ для химических процессов.	Лекция-беседа. Тематическая лабораторная работа и ее защита.
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые); - смолисто-асфальтеновые вещества;	2/0,06	-	Кислородные соединения нефти. Нафтеновые кислоты. Метод постепенного расщепления. Сернистые соединения. Сера, сероводород, тиолы (меркаптаны), сульфиды (тиоэфиры), дисульфиды, тиацикланы, тиофены. Азотистые соединения нефти. Азотистые основания. Нейтральные (слабоосновные) азотистые соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Нейтральные смолы. Асфальтены. Асфальтогенные кислоты.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - технологию поведения типовых экспериментов по оценке химического состава нефти на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; <b>Уметь:</b> - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин; <b>Владеть:</b> - техникой экспериментирования и моделирования с использованием пакетов прикладных программ.	Лекция-беседа, Тематическая лабораторная работа и ее защита.

	- минеральные компоненты нефти.			Применение смолистых веществ. Минеральные компоненты нефти.			
5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	2/0,06	-	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа: - физико-химические константы углеводородов нефти и их роль в идентификации компонентов и анализе углеводородных смесей; - спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - принципиальные особенности моделирования химических процессов, при идентификации и количественном определении углеводородов предназначенные для конкретных технологических процессов в нефтегазовом комплексе; <b>Уметь :</b> - использует основные законы естественнонаучных дисциплин. <b>Владеть:</b> - навыками совершенствования производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования.	Проблемная лекция. Тематическая лабораторная работа и ее защита
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	2/0,06	-	Определение группового состава и детализированного состава бензиновых фракций. Метод анилиновых точек. Метод жидкостно-адсорбционной хроматографии. Схема определения группового состава крекинг-бензинов и жидких продуктов пиролиза.	ОПК-1 ОПК-4	<b>Знать:</b> - технологию проведения типовых экспериментов по определению химического состава нефтяных фракций на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве; <b>Уметь:</b> - обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности с использованием стандартного оборудования, приборов и материалов; <b>Владеть:</b> - техникой экспериментирования с использованием пакетов программ для химических процессов,	Лекция-беседа.

7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	2/0,06	-	<p>Межмолекулярные взаимодействия компонентов нефти. Ассоциаты нефти и структурообразование в ней.</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. Фазовые переходы в природных нефтяных дисперсных системах. Реологические свойства нефти.</p>	ОПК-1 ОПК-4	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности моделирования физических и химических процессов нефтяных дисперсных систем, предназначенные для конкретных технологических процессов в нефтегазовом комплексе;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами технико-экономического анализа и навыками составления рабочих проектов в составе теоретической команды.</li> </ul>	Лекция- беседа.
8.	Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	3/0,08	-	<p>Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа. Каталитический крекинг.</p> <p>Превращения углеводородов и других компонентов нефти и газа в гидрогенизационных процессах переработки - гидрокрекинге, гидроочистке, каталитическом риформинге.</p> <p>Гипотезы минерального происхождения нефти Д.И. Менделеева и других ученых.</p> <p>Гипотеза органического происхождения нефти из органического вещества, рассеянного и осадочных пород.</p> <p>Превращение нефти в земной коре.</p> <p>Превращение нефти в окружающей</p>	ОПК-1 ОПК-4	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципиальные особенности моделирования физических и химических процессов превращения углеводородов нефти и газа, предназначенные для конкретных технологических процессов на объектах нефтегазового комплекса;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности с использованием стандартного оборудования, приборов и материалов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по совершенствованию производственных процессов гидрокрекинга, гидроочистке, каталитическом риформинге с использованием экспериментальных данных и результатов мо-</li> </ul>	Лекция- беседа.

				среде. Экологические аспекты.		делирования.	
<b>Итого</b>		<b>17/0,47</b>	<b>4/0,11</b>				<b>Зачет в устной форме</b>

#### 5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах (ОФО, ЗФО)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических и семинарских занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1	Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	Роль углеводородного сырья в экономике России. Объем добычи нефти и газа. Характеристика компонентов нефти. Фракционный состав нефтей. Классификации нефти и природных газов.	2/0,06	-
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: - разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии; - хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей.	2/0,06	2/0,06
3.	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	Физические и химические свойства алканов, циклоалканов, ароматических углеводородов, олефинов и диолефинов. Содержание в нефтях. Количественное определение, выделение и идентификация. Номенклатура и изомерия.	2/0,06	2/0,06-
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения	Кислородные соединения нефти. Нафтеновые кислоты. Метод постепенного расщепления. Сернистые соединения.	2/0,06	-

	нефти (кислородные, сернистые, азотистые; - смолисто-асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.	Сера, сероводород, тиолы (меркаптаны), сульфиды (тиоэффры), дисульфиды, тиацикланы, тиофены. Азотистые соединения нефти. Азотистые основания. Нейтральные (слабоосновные) азотистые соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Минеральные компоненты нефти.		
5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа: - физико-химические константы углеводородов нефти и их роль в идентификации компонентов и анализе углеводородных смесей; - спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.	2/0,06	-
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	Определение группового состава и детализированного состава бензиновых фракций. Метод анилиновых точек. Метод жидкостно-адсорбционной хроматографии. Схема определения группового состава крекинг-бензинов и жидких продуктов пиролиза.	2/0,06	-
7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	Межмолекулярные взаимодействия компонентов нефти. Ассоциаты нефти и структурообразование в ней. 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. Фазовые переходы в природных нефтяных дисперсных системах. Реологические свойства нефти.	2/0,06	-

8.	Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Гидроочистка. Гидрокрекинг.	3/0,08	-
<b>Итого</b>			<b>17/0,47</b>	<b>4/0,1-</b>

### 5.5 Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	Количественное определение содержания воды по методу Дина и Старка. Метод определения зольности нефтепродуктов.	3/0,08	-
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	Определение механических примесей весовым методом. Определение основных свойств и состава нефтей и нефтепродуктов: - определение плотности пикнометром, - определение плотности ареометром (нефтеденсиметром); - определение показателя преломления рефрактометром;	4/0,11	2/0,06



		- определение вязкости вискозиметром. Стандартный метод определения температуры застывания.		
3. 4	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	Углеводороды нефти и газа.	2/0,06	2/0,06
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые); - смолисто-асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.	Неуглеводородные соединения нефти. Изучение физико-химических свойств фенолов и нефтяных кислот	2/0,06	-
5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	Определение содержания хлоридов методом индикаторного титрования.	2/0,06	-
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	Определение механических примесей весовым методом. Стандартный метод определения кислотного числа нефти. Определение анилиновой точки.	2/0,06	-
7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	Дисперсность. Пространственные надмолекулярные структуры нефти. Сложная структурная единица. Мицеллы Хартли и динамика их образования и разрушения. Ассоциация в нефтяных дисперсных системах. Сущность и причины ассоциа-	2/0,06	-

		ции. Роль асфальтенов при образовании ассоциатов. Влияние парафинов на процессы образования надмолекулярных структур. Иерархическая структурная организация нефтяных систем. Кластеры. Фракталы.		
8.	Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	-	-	-
<b>Итого</b>			<b>17/0,47</b>	<b>4/0,11</b>

### 5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрены.

### 5.7. Самостоятельная работа студентов

#### 5.7.1. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ОФО

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	Фракционный состав нефтей. Классификации нефти и природных газов. Микроэлементные соединения нефти.	1 – 2 неделя	6/0,17
2.	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	Хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей; Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.	3 - 4 неделя	7/0,19

3.	Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	Номенклатура и изомерия. Физические и химические свойства Содержание в нефтях. Количественное определение, выделение и идентификация.	5 - 6 неделя	6/0,17
4.	Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые); - смолисто- асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.	Метод постепенного расщепления. Сернистые соединения. Нейтральные (слабоосновные) азотистые соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества и их применение. Минеральные компоненты нефти.	7 - 8 неделя	8/0,22
5.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.	9 - 10 неделя	8/0,22
6.	Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	Определение группового состава и детализированного группового состава керосино-газойлевых, масляных фракций.	11 - 12 неделя	8/0,22
7.	Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	Классификация нефтяных дисперсных систем на основе классических признаков дисперсного состояния: по характеру молекулярных взаимодействий на границе раздела фаз.	13 – 14 неделя	5,75/0,13
8.	Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	Термическая стабильность углеводородов. (энергия Гиббса). Термический крекинг, коксование, пиролиз. Термические превращения нафтен и ароматических углеводородов. Превращение нафтен и ароматических углеводородов в условиях гид-	15 – 16 неделя	10/0,28

		рокрекинга. Превращение нефти в земной коре.		
<b>Итого</b>				<b>56,75/1,58</b>

### 5.7.2. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ЗФО

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Вводная лекция. Краткая характеристика и физико- химические методы разделения компонентов нефти и газа.	Разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии.	10/0,28
2.	Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа	Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.	12/0,33
3.	Алканы (метановые углеводороды). Циклоалканы. (нафтены).	Физические и химические свойства алканов, нафтенов Количественное определение, выделение и идентификация циклоалканов.	12/0,33
4.	Ароматические углеводороды (арены).	Физико-химические свойства АУ.	12/0,33
5.	Олефины (алкены) и диолефины (диены).	Физические и химические свойства олефинов.	12/0,33
6.	Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	Определение группового состава и детализированного группового состава керосино-газойлевых, масляных фракций.	10/0,28
7.	Кислородные соединения нефти.	Кислородные соединения нефти. Химические свойства. Метод постепенного расщепления.	12/0,33
8.	Сернистые соединения нефти.	Сернистые соединения нефти. Химические свойства.	14/0,39

9.	Азотистые соединения нефти.	Азотистые основания.	10/0,28
10.	Смолисто-асфальтеновые вещества. Минеральные компоненты нефти.	Применение смолистых веществ. Микроэлементные соединения нефти. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Эмиссионная спектроскопия.	12/0,33
11.	Термические и каталитические превращения углеводородов и других компонентов нефти и газа.	Термическая стабильность углеводородов. (энергия Гиббса)	12/0,33
12.	Химизм и механизм термических и каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа.	Термический крекинг, коксование, пиролиз. Термические превращения нафтенов и ароматических углеводородов.	12/0,33
13.	Превращение углеводородов и других компонентов нефти и газа в гидрогенизационных процессах переработки.	Превращение нафтенов и ароматических углеводородов в условиях гидрокрекинга.	12/0,33
14.	Происхождение нефти и ее компонентов. Превращение нефтей в природе.	Превращение нефти в земной коре. Превращение нефти в окружающей среде. Экологические аспекты.	8/0,28
<b>Итого</b>			<b>92/2,61</b>

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

### 6.1 Методические указания (собственные разработки)

#### 6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Рябов, В.Д. Химия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Д. Рябов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. - 336с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/940691>

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Химия нефти и газа»

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестра согласно учебному плану)		Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
<b>ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>		
ОФО	ЗФО	
1,2	1,2	Математика
1,2	1,2	Физика
1,2	1,2	Химия
2,3,4	2,3,4	Теоретическая и прикладная механика
3	5	Электротехника
4	3	Общая теория измерений
4	3	Основы научных исследований
4	4	Специальные разделы математики
5	6	Транспорт нефти, газа и продуктов переработки
5	5	Инженерная геология, геодезия и механика грунтов
6	6	Механика жидкостей и газов
3	3	Химия нефти и газа
4	5	Термодинамика и теплопередача
7	7	Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства
5	5	Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика
4	5	Физика пласта
4	5	Механика грунтов
8	9	Преддипломная практика
8	9	Подготовка к сдаче и сдача итогового экзамена
8	9	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
<b>ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</b>		
1,2	1,2	Химия
3	5	Электротехника
5	5	Метрология, квалиметрия и стандартизация
4	3	Общая теория измерений
3	3	Химия нефти и газа
4	5	Физика пласта
4	5	Механика грунтов

4	6	Технологическая практика №1
6	8	Технологическая практика №2
8	9	Преддипломная практика
8	9	Подготовка к сдаче и сдача итогового экзамена
8	9	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания					
<b>Уметь</b> сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	тесты зачёт
<b>Владеть</b> техникой экспериментирования с использованием пакетов программ для химических процессов	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	тесты зачёт
ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные					
<b>Знать</b> принципиальные особенности	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	тесты
<b>Уметь</b> использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	зачёт



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

**Вопросы текущего контроля знаний по разделам рабочей программы дисциплины  
«Химия нефти и газа»  
Содержание модулей дисциплины**

**Модуль 1.**

Вводная лекция.

Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа.

Классификации нефти и природных газов.

**Модуль 2.**

Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.

**Модуль 3.**

Групповой углеводородный состав нефти:

- алканы (метановые углеводороды);
- циклоалканы (нафтены);
- ароматические углеводороды (арены);
- олефины (алкены) и диолефины (диены).

**Модуль 4.**

Групповой химический состав нефти:

- углеводороды;
- гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые);
- смолисто-асфальтеновые вещества;
- минеральные компоненты нефти.

**Модуль 5.**

Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа

**Модуль 6.**

Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.

**Модуль 7.**

Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.

**Модуль 8.**

Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа.

Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля**

1. Краткая характеристика компонентов нефти.
2. Химическая классификация нефтей.
3. Фракционный состав нефтей.
4. Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.
5. Разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции.
6. Разделение углеводородных смесей методами кристаллизации, термической диффузии. Применение, достоинства и недостатки методов.

7. Хроматографические методы разделения и три методики анализа углеводородных смесей.
8. Жидкостно-адсорбционная хроматография.
9. Газовая хроматография, особенности современных газовых хроматографов.
10. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Алканы (метановые углеводороды): содержание в нефтях, физические и химические свойства.
11. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Газообразные алканы. Методы анализа углеводородных алканов.
12. Жидкие алканы как компоненты топлив.
13. Твердые алканы.
14. Анализ алканов нефтяных фракций. Количественное определение, выделение и идентификация алканов.
15. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Циклоалканы (нафтены): содержание в нефтях, физические и химические свойства.
16. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Ароматические углеводороды нефти (арены): содержание в нефтях, физические и химические свойства.
17. Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.
18. Анализ нафтенов: количественное определение, выделение и идентификация
19. Анализ ароматических углеводородов: количественное определение, выделение и идентификация.
20. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Углеводороды смешанного строения.
21. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Олефины (алкены). Физические и химические свойства.
22. Количественное определение, выделение и идентификация олефинов.
23. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Диолефины нефтяных продуктов (диены).
24. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Кислородные соединения нефти. Химические свойства нефтяных кислот.
25. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Кислородные соединения нефти. Выделение, количественное определение и идентификация нефтяных кислот. Метод постепенного расщепления.
26. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Сернистые соединения нефти их выделение и количественное определение.
27. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Азотистые соединения нефти их выделение и количественное определение.
28. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ), их выделение и количественное определение. Применение САВ.
29. Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти. Минеральные компоненты нефти.
30. Детонационная стойкость углеводородов. Определение октанового числа.
31. Количественное определение воды в нефти.
32. Первичная (фракционная) перегонка нефти.
33. Анализ смеси жидких углеводородов методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ).
34. Анализ смеси жидких углеводородов методом рефрактометрии (на примере смеси «гептан-толуол»).
35. Определение группового состава бензиновых фракций нефти.

- Определение анилиновых точек методом равных объемов.
36. Определение группового состава бензиновых фракций нефти.  
Методика определения ароматических углеводородов.
  37. Определение процентного содержания летучих углеводородов нефти в результате испарения в естественных условиях.
  38. Определение асфальтенов в нефтяном остатке (мазуте) в %.
  39. Определение кислородсодержащих соединений в нефтях и нефтепродуктах методом кислотных чисел.
  40. Термический крекинг (пиролиз) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
  41. Каталитический крекинг углеводородов и других компонентов нефти и газа.
  42. Каталитический риформинг (платформинг) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
  43. Гипотезы минерального происхождения нефти Д. И. Менделеева и других ученых.
  44. Гипотеза органического происхождения нефти из органического вещества, рассеянного в осадочных породах.
  45. Превращение нефти в окружающей среде. Экологические аспекты.

### **Темы рефератов для текущей аттестации**

1. Компоненты нефти.
2. Классификация нефтей и газов.
3. Классификация нефтей по химическому составу, генетические классификации, технологические классификации.
4. Нефть как дисперсная система.
5. Фракционный состав нефтей.
6. Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.
7. Хроматографические методы разделения углеводородных смесей.
8. Жидкостно-адсорбционная хроматография.
9. Газовая хроматография, особенности современных газовых хроматографов.
10. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки.
11. Количественное определение, выделение и идентификация алканов.
12. Циклоалканы (нафтены): содержание в нефтях.
13. Ароматические углеводороды нефти (арены) в нефтях.
14. Методы определения состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.
15. Анализ нафтенов: количественное определение, выделение и идентификация
16. Анализ ароматических углеводородов: количественное определение, выделение и идентификация.
17. Углеводороды смешанного строения в нефтях
18. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки.
19. Количественное определение, выделение и идентификация олефинов.
20. Диолефины нефтяных продуктов (диены).
21. Кислородные соединения нефти.
22. Минеральные вещества нефти.
23. Выделение, количественное определение и идентификация нефтяных кислот. Метод постепенного расщепления.
24. Сернистые соединения нефти их выделение и количественное определение.
25. Азотистые соединения нефти их выделение и количественное определение.

26. Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ), их выделение и количественное определение.
27. Применение САВ.
28. Детонационная стойкость углеводородов. Определение октанового числа.
29. Анализ смеси жидких углеводородов методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ).
30. Определение группового состава бензиновых фракций нефти.
31. Определение анилиновых точек методом равных объемов.
32. Определение кислородсодержащих соединений в нефтях и нефтепродуктах методом кислотных чисел.
33. Термический крекинг (пиролиз) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
34. Каталитический крекинг углеводородов и других компонентов нефти и газа.
35. Каталитический риформинг (платформинг) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
36. Гипотезы минерального происхождения нефти Д. И. Менделеева и других ученых.
37. Гипотеза органического происхождения нефти из органического вещества, рассеянного в осадочных породах.
- Гипотезы космического происхождения нефти.
- Магматическая гипотеза происхождения нефти.
38. Превращение нефти в окружающей среде. Экологические аспекты.
39. Современные представления об образовании нефти и газа.
40. Переработка нефти и газа. Краткие схемы переработки нефти и газа.

### **Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Химия нефти и газа» для студентов ОФО и ЗФО**

1. Краткая характеристика компонентов нефти. Химические свойства.
2. Фракционный состав нефтей. Химическая классификация нефтей.
3. Определение состава нефтяных фракций (бензиновых, керосино-газойлевых, масляных) и нефтепродуктов.
4. Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа.
5. Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.
6. Разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции.
7. Разделение углеводородных смесей методами кристаллизации, термической диффузии. Применение, достоинства и недостатки методов.
8. Хроматографические методы разделения и три методики анализа углеводородных смесей.
- Особенности современных газовых хроматографов.
9. Спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.
10. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Алканы (метановые углеводороды): содержание в нефтях, физические и химические свойства, количественное определение, выделение и идентификация.
11. Газообразные алканы. Методы анализа углеводородных алканов.
12. Жидкие алканы как компоненты топлив.
13. Твердые алканы.

14. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Циклоалканы (нафтены): содержание в нефтях, физические и химические свойства, количественное определение, выделение и идентификация.
15. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Ароматические углеводороды нефти (арены): содержание в нефтях, физические и химические свойства, количественное определение, выделение и идентификация.
16. Определение состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.
17. Углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Углеводороды смешанного строения.
18. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Олефины (алкены). Физические и химические свойства. Количественное определение, выделение и идентификация.
19. Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки. Диолефины нефтяных продуктов (диены).
20. Кислородные соединения нефти. Химические свойства нефтяных кислот.
21. Кислородные соединения нефти. Выделение, количественное определение и идентификация нефтяных кислот. Метод постепенного расщепления.
22. Сернистые соединения нефти их выделение и количественное определение.
23. Азотистые соединения нефти их выделение и количественное определение.
24. Смолисто-асфальтеновые вещества (САВ), их выделение и количественное определение.  
Применение САВ.
25. Микроэлементные соединения нефти.
26. Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.
27. Классификация нефтяных дисперсных систем.
28. Термическая стабильность углеводородов.
29. Гидрокрекинг.
30. Гидроочистка.
31. Детонационная стойкость углеводородов. Определение октанового числа.
32. Количественное определение воды в нефти.
33. Первичная (фракционная) перегонка нефти.
34. Анализ смеси жидких углеводородов методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ).
35. Анализ смеси жидких углеводородов методом рефрактометрии (на примере смеси «гептан-толуол»).
36. Определение группового состава бензиновых фракций нефти. Определение анилиновых точек методом равных объемов.
37. Определение группового состава бензиновых фракций нефти. Методика определения ароматических углеводородов.
38. Определение процентного содержания летучих углеводородов нефти в результате испарения в естественных условиях.
39. Определение асфальтенов в нефтяном остатке (мазуте) в %.
40. Определение кислородсодержащих соединений в нефтях и нефтепродуктах методом кислотных чисел.
41. Термический крекинг (пиролиз) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
42. Каталитический крекинг углеводородов и других компонентов нефти и газа.
43. Каталитический риформинг (платформинг) углеводородов и других компонентов нефти и газа.
44. Превращения углеводородов в реакциях полимеризации при крекинге.

45. Химизм основных промышленных процессов гидроочистки.  
 46. Гипотезы минерального происхождения нефти Д. И. Менделеева и других ученых.  
 47. Гипотеза органического происхождения нефти из органического вещества, рассеянного в осадочных породах.  
 48. Превращение нефти в окружающей среде. Экологические аспекты.

### Задчи для промежуточной аттестации

Задание I. Смесь нефтяных фракций имеющих следующие характеристики массу  $G$  кг; среднюю молекулярную массу  $M$  г/моль: плотность  $\rho$  кг/м<sup>3</sup>. Бензина  $G = 2000$ ,  $M = 120$ ,  $\rho = 752$ ; керосина  $G = 3500$ ,  $M = 180$ ,  $\rho = 827$ ; легкого газойля  $G = 3000$ ,  $M = 240$ ,  $\rho = 870$ ; тяжелого газойля  $G = 3000$ ,  $M = 300$ ,  $\rho = 897$ ; мазута  $G = 2200$ ,  $M = 360$ ,  $\rho = 917$ . Найти: массовый, мольный и объемный состав смеси с точностью до 1 -ой десятой процента. Ответ представить в виде таблицы.

#### Решение:

1) Найдем массовые доли компонентов.

Общая масса смеси равна

$$G_{см} = G_{бенз} + G_{кер} + G_{л.газ} + G_{т.газ} + G_{маз} = 2000 + 3500 + 3000 + 3000 + 2200 = 13700 \text{ кг},$$

массовая доля бензиновой фракции в смеси составит:

$$g_{бенз} = \frac{G_{бенз}}{G_{см}} = \frac{2000}{13700} = 14,6\% ;$$

массовая доля керосиновой фракции в смеси составит:

$$g_{кер} = \frac{G_{кер}}{G_{см}} = \frac{3500}{13700} = 25,5\% ;$$

массовая доля легкого газойля в смеси составит:

$$g_{л.газ} = \frac{G_{л.газ}}{G_{см}} = \frac{3000}{13700} = 21,9\% ;$$

массовая доля тяжелого газойля в смеси составит:

$$g_{т.газ} = \frac{G_{т.газ}}{G_{см}} = \frac{3000}{13700} = 21,9\% ;$$

следовательно, массовая доля мазута в смеси составит:

$$g_{маз} = 100\% - g_{бенз} - g_{кер} - g_{л.газ} - g_{т.газ} = 100\% - 14,6\% - 25,5\% - 21,9\% - 21,9\% = 16,1\% ;$$

2) Найдем мольные доли компонентов:

Число килограмм-молей равно:

бензина:

$$N_{бенз} = \frac{G_{бенз}}{M_{бенз}} = \frac{2000}{120} = 16,6 \text{ кмоль};$$

керосина:

$$N_{кер} = \frac{G_{кер}}{M_{кер}} = \frac{3500}{180} = 19,4 \text{ кмоль};$$

легкого газойля:

$$N_{л.газ} = \frac{G_{л.газ}}{M_{л.газ}} = \frac{3000}{240} = 12,5 \text{ кмоль};$$

тяжелого газойля:

$$N_{т.газ} = \frac{G_{т.газ}}{M_{т.газ}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ кмоль};$$

мазута:

$$N_{маз} = \frac{G_{маз}}{M_{маз}} = \frac{2200}{360} = 6,1 \text{ кмоль};$$

общее число килограмм-молей смеси составит:

$$N_{см} = N_{бенз} + N_{кер} + N_{л.газ} + N_{т.газ} + N_{маз} = 16,6 + 19,4 + 12,5 + 10 + 6,1 = 64,6 \text{ кмоль}.$$

Следовательно мольные доли:

бензина:

$$x_{бенз} = \frac{N_{бенз}}{N_{см}} = \frac{16,6}{64,6} = 25,7\% ;$$

керосина:

$$x_{кер} = \frac{N_{кер}}{N_{см}} = \frac{19,4}{64,6} = 30,0\% ;$$

легкого газойля:

$$x_{л.газ} = \frac{N_{л.газ}}{N_{см}} = \frac{12,5}{64,6} = 19,3\% ;$$

тяжелого газойля:

$$x_{т.газ} = \frac{N_{т.газ}}{N_{см}} = \frac{10}{64,6} = 15,5\% ;$$

мазута:

$$x_{маз} = 100\% - x_{бенз} - x_{кер} - x_{л.газ} - x_{т.газ} = 100\% - 25,7\% - 30,0\% - 19,3\% - 15,5\% = 9,5\% .$$

3) Найдем объемные доли компонентов:

Объем бензина в смеси составит:

$$V_{бенз} = \frac{G_{бенз}}{\rho_{бенз}} = \frac{2000}{752} = 2,659 \text{ м}^3;$$

объем керосина в смеси составит:

$$V_{кер} = \frac{G_{кер}}{\rho_{кер}} = \frac{3500}{827} = 4,232 \text{ м}^3;$$

объем легкого газойля:

$$V_{л.газ} = \frac{G_{л.газ}}{\rho_{л.газ}} = \frac{3000}{870} = 3,448 \text{ м}^3;$$

объем тяжелого газойля в смеси составит:

$$V_{т.газ} = \frac{G_{т.газ}}{\rho_{т.газ}} = \frac{3000}{897} = 3,344 \text{ м}^3;$$

объем мазута в смеси составит:

$$V_{маз} = \frac{G_{маз}}{\rho_{маз}} = \frac{2200}{917} = 2,399 \text{ м}^3;$$

общий объем смеси будет:

$$V_{см} = V_{бенз} + V_{кер} + V_{л.газ} + V_{т.газ} + V_{маз} = 2,659 + 4,232 + 3,448 + 3,344 + 2,399 = 16,082 \text{ м}^3.$$

Следовательно, объемная доля бензина в смеси составит:

$$v_{бенз} = \frac{V_{бенз}}{V_{см}} = \frac{2,659}{16,082} = 16,5\% ;$$

объемная доля керосина в смеси составит:

$$v_{кер} = \frac{V_{кер}}{V_{см}} = \frac{4,232}{16,082} = 26,3\% ;$$

объемная доля легкого газойля в смеси составит:

$$v_{л.газ} = \frac{V_{л.газ}}{V_{см}} = \frac{3,448}{16,082} = 21,4\% ;$$

объемная доля тяжелого газойля в смеси составит:

$$v_{т.газ} = \frac{V_{т.газ}}{V_{см}} = \frac{3,344}{16,082} = 20,8\% ;$$

объемная доля мазута в смеси составит:

$$v_{маз} = 100\% - v_{бенз} - v_{кер} - v_{л.газ} - v_{т.газ} = 100\% - 16,5\% - 26,3\% - 21,4\% - 20,8\% = 9,5\% .$$

Ответ:

Компонент	Массовая доля %	Мольная доля %	Объемная доля %
Бензин	14,6%	25,7%	16,5%
Керосин	25,5%	30,0%	26,3%
Легкий газойль	21,9%	19,3%	21,4%
Тяжелый газойль	21,9%	15,5%	20,8%



Мазут	16,1%	9,5%	15%
Сумма	100%	100%	100%

Задание 2. Газовая смесь находится при следующих условиях давление  $P=8,0$  атм, температура  $t=180^{\circ}\text{C}$ . Компоненты газовой смеси при этих условиях имеют следующий объем  $\text{м}^3$ : азот 150, углекислый газ 250, сероводород 300, метан 1500, этан 2100, пропан 3500, изо-бутан 3000 и н-бутан 2500. Найти: общую массу смеси, массовый и мольный состав смеси с точностью до 1-ой десятой процента. Ответ представить в виде таблицы.

Решение:

1) найдем нормальный объем газов:

$$V_n = \frac{V_p * P_p * T_n}{T_p * P_n};$$

тогда нормальный объем азота:

$$V_a^n = \frac{V_a^p * P_a^p * T_n}{T_a^p * P_n} = \frac{150 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 723,2 \text{ н} * \text{м}^3;$$

углекислого газа:

$$V_{y.z}^n = \frac{V_{y.z}^p * P_{y.z}^p * T_n}{T_{y.z}^p * P_n} = \frac{250 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 1205,3 \text{ н} * \text{м}^3;$$

сероводорода:

$$V_c^n = \frac{V_c^p * P_c^p * T_n}{T_c^p * P_n} = \frac{300 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 1446,4 \text{ н} * \text{м}^3;$$

метана:

$$V_m^n = \frac{V_m^p * P_m^p * T_n}{T_m^p * P_n} = \frac{1500 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 7231,8 \text{ н} * \text{м}^3;$$

этана:

$$V_{\text{э}}^n = \frac{V_{\text{э}}^p * P_{\text{э}}^p * T_n}{T_{\text{э}}^p * P_n} = \frac{2100 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 10124,5 \text{ н} * \text{м}^3;$$

пропана:

$$V_n^n = \frac{V_n^p * P_n^p * T_n}{T_n^p * P_n} = \frac{3500 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 16874,2 \text{ н} * \text{м}^3;$$

изо-бутана:

$$V_{u-b}^n = \frac{V_{u-b}^p * P_{u-b}^p * T_n}{T_{u-b}^p * P_n} = \frac{3000 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 14463,6 \text{ н} * \text{м}^3;$$

н-бутана:

$$V_{n-\bar{b}}^n = \frac{V_{n-\bar{b}}^p * P_{n-\bar{b}}^p * T_n}{T_{n-\bar{b}}^p * P_n} = \frac{2500 * 8 * 273}{(180 + 273) * 1} = 12053,0 \text{ н}^* \text{м}^3;$$

$\text{н}^* \text{м}^3$  – означает, что указан объем газа в нормальных условиях  $t=0^\circ\text{C}$ ,  $p=1 \text{ атм}$ .

Так как в нормальных условиях 1 кмоль газа занимает объем  $22,4 \text{ м}^3$ , то, зная нормальный объем газов, найдем количество молей каждого компонента:

азот:

$$N_a = \frac{V_a}{22,4} = \frac{723,2}{22,4} = 32,286 \text{ кмоль};$$

углекислый газ:

$$N_{y.z} = \frac{V_{y.z}}{22,4} = \frac{1205,3}{22,4} = 53,808 \text{ кмоль};$$

сероводород:

$$N_c = \frac{V_c}{22,4} = \frac{1446,4}{22,4} = 64,571 \text{ кмоль};$$

метан:

$$N_m = \frac{V_m}{22,4} = \frac{7231,8}{22,4} = 322,848 \text{ кмоль};$$

этан:

$$N_e = \frac{V_e}{22,4} = \frac{10124,5}{22,4} = 449,978 \text{ кмоль};$$

пропан:

$$N_n = \frac{V_n}{22,4} = \frac{16874,2}{22,4} = 753,313 \text{ кмоль};$$

изо-бутан:

$$N_{u-\bar{b}} = \frac{V_{u-\bar{b}}}{22,4} = \frac{14463,6}{22,4} = 645,696 \text{ кмоль};$$

н-бутан:

$$N_{n-\bar{b}} = \frac{V_{n-\bar{b}}}{22,4} = \frac{12053,0}{22,4} = 538,080 \text{ кмоль};$$

2) Найдем массу каждого из компонентов смеси:

азот:

$$G_a = N_a * M_a = 32,286 * 14,067 = 454,2 \text{ кг};$$

углекислый газ:

$$G_{y.z} = N_{y.z} * M_{y.z} = 53,808 * 44,010 = 2368,1 \text{ кг};$$

сероводород:

$$G_c = N_c * M_c = 64,571 * 34,076 = 2200,3 \text{ кг};$$

метан:

$$G_m = N_m * M_m = 322,848 * 16,043 = 5179,5 \text{ кг};$$

этан:

$$G_э = N_э * M_э = 449,978 * 30,069 = 13530,4 \text{ кг};$$

пропан:

$$G_n = N_n * M_n = 753,313 * 44,096 = 33218,1 \text{ кг};$$

изо-бутан:

$$G_{i-б} = N_{i-б} * M_{i-б} = 645,696 * 58,123 = 37529,8 \text{ кг};$$

н-бутан:

$$G_{n-б} = N_{n-б} * M_{n-б} = 538,080 * 58,123 = 31274,8 \text{ кг};$$

Тогда масса смеси составит:

$$\begin{aligned} G_{см} &= G_a + G_{y.э} + G_c + G_m + G_э + G_n + G_{i-б} + G_{n-б} = \\ &= 454,2 + 2368,1 + 2200,3 + 5179,5 + 13530,4 + 33218,1 + 37529,8 + 31274,8 = \\ &= 125755,2 \text{ кг} \end{aligned}$$

Следовательно, массовая доля:

азот:

$$g_a = \frac{G_a}{G_{см}} = \frac{454,2}{125755,2} = 0,4\% ;$$

углекислый газ:

$$g_{y.э} = \frac{G_{y.э}}{G_{см}} = \frac{2368,1}{125755,2} = 1,9\% ;$$

сероводород:

$$g_c = \frac{G_c}{G_{см}} = \frac{2200,3}{125755,2} = 1,7\% ;$$

метан:

$$g_m = \frac{G_m}{G_{см}} = \frac{5179,5}{125755,2} = 4,1\% ;$$

этан:

$$g_э = \frac{G_э}{G_{см}} = \frac{13530,4}{125755,2} = 10,8\% ;$$

пропан:

$$g_n = \frac{G_n}{G_{см}} = \frac{33218,1}{125755,2} = 26,4\% ;$$

изо-бутан:

$$g_{i-b} = \frac{G_{i-b}}{G_{см}} = \frac{37529,8}{125755,2} = 29,8\% ;$$

н-бутан:

$$g_{n-b} = \frac{G_{n-b}}{G_{см}} = \frac{31274,8}{125755,2} = 24,9\% ;$$

3) Мольный состав смеси:

найдем общее число молей смеси:

$$\begin{aligned} N_{см} &= N_a + N_{y.z} + N_c + N_m + N_э + N_n + N_{i-b} + N_{n-b} = \\ &= 32,286 + 53,808 + 64,571 + 322,848 + 449,978 + 753,313 + 645,696 + 538,080 = \\ &= 2860,58 \text{ кмоль} \end{aligned}$$

тогда мольные доли будут:

азот:

$$x_a = \frac{N_a}{N_{см}} = \frac{32,286}{2860,58} = 1,2\% ;$$

углекислый газ:

$$x_{y.z} = \frac{N_{y.z}}{N_{см}} = \frac{53,808}{2860,58} = 1,9\% ;$$

сероводород:

$$x_c = \frac{N_c}{N_{см}} = \frac{64,571}{2860,58} = 2,3\% ;$$

метан:

$$x_m = \frac{N_m}{N_{см}} = \frac{322,848}{2860,58} = 11,4\% ;$$

этан:

$$x_э = \frac{N_э}{N_{см}} = \frac{449,978}{2860,58} = 15,7\% ;$$

пропан:

$$x_n = \frac{N_n}{N_{см}} = \frac{753,313}{2860,58} = 26,4\% ;$$

изо-бутан:

$$x_{i-b} = \frac{N_{i-b}}{N_{см}} = \frac{645,696}{2860,58} = 22,2\% ;$$

н-бутан:

$$x_{н-б} = \frac{N_{н-б}}{N_{см}} = \frac{538,080}{2860,58} = 18,9\% ;$$

Ответ:  $G_{смеси} = 125755,2$  кг.

Компонент.	Мольная доля %	Массовая доля %
Азот	1,2%	0,4%
Углекислый газ	1,9%	1,9%
Сероводород	2,3%	1,7%
Метан	11,4%	4.1%
Этан	15,7%	10,8%
Пропан	26,4%	26,4%
Изо-бутан	22,2%	29,8%
Н-бутан	18,9%	24,9%
Сумма	100,0%	100,0%

Задание 3. Найти среднюю молекулярную массу нефтяных фракций по их физическим характеристикам; начало кипения н.к. °С, конец кипения к.к. °С, характеристический фактор  $K$ , абсолютная плотность при 20°С  $\rho$  кг/м<sup>3</sup> Фракция **A** н.к. = 200, к.к. = 240,  $K = 11,5$ ; фракция **B** н.к. = 420, к.к. = 370.  $K = 11,5$ ; фракция **C**  $\rho = 790$ ; фракция **D**  $\rho = 870$ . Определить среднюю молекулярную массу смеси этих фракций, если они смешиваются:

в мольном соотношении **A/B/C/D** как 7/1/5/3;

в массовом соотношении **A/B/C/D** как 6/3/5/8;

в объемном соотношении **A/B/C/D** как 2/5/4/7.

Решение:

1) найдем среднюю температуру кипения:

фракции **A**:

$$t_{cp.A} = \frac{t_{н.к} + t_{к.к}}{2} = \frac{200 + 240}{2} = 220 \text{ °С};$$

фракции **B**:

$$t_{cp.B} = \frac{t_{н.к} + t_{к.к}}{2} = \frac{420 + 370}{2} = 395 \text{ °С};$$

2) Найдем среднюю молекулярную массу по формуле Войнова:

фракции **A**:

$$\begin{aligned} M_A &= (7 * K - 21,5) + (0,76 - 0,04 * K) * t_{cp.A} + (0,0003 * K - 0,00245) * t_{cp.A} = \\ &= (7 * 11,5 + 21,5) + (0,76 - 0,04 * 11,5) * 220 + (0,0003 * 11,5 - 0,00245) * 220 = \\ &= 168,2 \text{ г / моль}; \end{aligned}$$

фракции В:

$$\begin{aligned} M_B &= (7 * K - 21,5) + (0,76 - 0,04 * K) * t_{cp.B} + (0,0003 * K - 0,00245) * t_{cp.B} = \\ &= (7 * 11,5 + 21,5) + (0,76 - 0,04 * 11,5) * 220 + (0,0003 * 11,5 - 0,00245) * 220 = \\ &= 168,2 \text{ г/моль}. \end{aligned}$$

3) Найдем относительную плотность:

фракции С:

$$\rho_{C15}^{15} = \rho_{C4}^{20} + \frac{0,0035}{\rho_{C4}^{20}} = 0,790 + \frac{0,0035}{0,790} = 0,7944;$$

фракции D:

$$\rho_{D15}^{15} = \rho_{D4}^{20} + \frac{0,0035}{\rho_{D4}^{20}} = 0,870 + \frac{0,0035}{0,870} = 0,8740.$$

4) Найдем среднюю молекулярную массу по формуле Крегга:

фракции С:

$$M_C = \frac{44,29 * \rho_{C15}^{15}}{1,03 - \rho_{C15}^{15}} = \frac{44,29 * 0,7944}{1,03 - 0,7944} = 149,3 \text{ г/моль};$$

фракции D:

$$M_D = \frac{44,29 * \rho_{D15}^{15}}{1,03 - \rho_{D15}^{15}} = \frac{44,29 * 0,8740}{1,03 - 0,8740} = 248,1 \text{ г/моль}.$$

Ответ:  $M_A = 168,2$  г/моль;

$M_B = 168,2$  г/моль;

$M_C = 149,3$  г/моль;

$M_D = 248,1$  г/моль.

Задание 4. По физическим характеристикам нефтяных фракций: фракция **A** °API = 51; фракция **B** °API = 32,5; фракция **C**  $\rho = 780 \text{ кг/м}^3$ ; фракция **D**  $\rho = 865 \text{ кг/м}^3$ . Найти среднюю молекулярную массу смеси этих фракций, плотность смеси при температуре 20°C и плотность смеси при температуре  $t = 90^\circ\text{C}$ , если они смешиваются:

в объемном соотношении **A/B/C/D** как 4/5/7/1;

в массовом соотношении **A/B/C/D** как 9/7/1/4;

в мольном соотношении **A/B/C/D** как 4/7/1/9.

Решение:

1) Найдем относительную плотность:

фракции А:

$$\rho_{A15}^{15} = \frac{141,5}{\text{°API} + 131,5} = \frac{141,5}{51 + 131,5} = 0,7753;$$

фракции В:

$$\rho_{B15}^{15} = \frac{141,5}{\text{API} + 131,5} = \frac{141,5}{32,5 + 131,5} = 0,8628.$$

2) Переведем относительную плотность в российские единицы:

фракции А:

$$\rho_{A4}^{20} = \rho_{A15}^{15} - 5a = 0,7753 - 5 * 0,000805 = 0,7713;$$

фракции В:

$$\rho_{B4}^{20} = \rho_{B15}^{15} - 5a = 0,8628 - 5 * 0,000686 = 0,8594.$$

3) Найдем плотность смеси ABCD при 20°C:

$$\begin{aligned} \rho_{ABCD4}^{20} &= \frac{V_A * \rho_A + V_B * \rho_B + V_C * \rho_C + V_D * \rho_D}{V_A + V_B + V_C + V_D} = \\ &= \frac{4 * 0,7713 + 5 * 0,8594 + 7 * 0,780 + 1 * 0,865}{4 + 5 + 7 + 1} = \\ &= 0,8063 \text{ г/см}^3 \text{ или } 806,3 \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$

4) Найдем относительную плотность смеси при заданной температуре:

$$\rho_{ABCD}^{90} = \rho_{ABCD4}^{20} - a * (t - 20) = 0,8063 - 0,000752 * (90 - 20) = 0,7537 \text{ г/см}^3.$$

5) Найду отн. плотность смеси фракций в американских единицах:

$$\rho_{15}^{15} = \rho_{ABCD4}^{20} + \frac{0,0035}{\rho_{ABCD}^{20}} = 0,8063 + \frac{0,0035}{0,8063} = 0,8106;$$

5) Найдем молекулярную массу смеси фракций по формуле Крегга:

$$M_{ABCD} = \frac{44,29 * \rho_{ABCD15}^{15}}{1,03 - \rho_{ABCD15}^{15}} = \frac{44,29 * 0,8106}{1,03 - 0,8106} = 163,63 \text{ г/моль}.$$

Ответ:  $\rho_{ABCD}^{20} = 806,3 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{ABCD}^{90} = 753,7 \text{ кг/м}^3$ ;  $M_{ABCD} = 163,63 \text{ г/моль}$ .

Задание 5. Найти абсолютную и относительную плотность газа при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $P = 1 \text{ атм}$ ), а также плотность этого газа при температуре  $t = 200^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 1,2 \text{ МПа}$ . Состав газа мас.% следующий: азот 3, углекислый газ 1, сероводород 2, метан 30, этан 7, пропан 11, изо-бутан 14, н-бутан 17, н-пентан 15.

Решение:

1) Найдем среднюю молекулярную массу газа:

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{m_a + m_{y.z} + m_c + m_m + m_э + m_n + m_{u-б} + m_{н-б} + m_{н-n}}{\frac{m_a}{M_a} + \frac{m_{y.z}}{M_{y.z}} + \frac{m_c}{M_c} + \frac{m_m}{M_m} + \frac{m_э}{M_э} + \frac{m_n}{M_n} + \frac{m_{u-б}}{M_{u-б}} + \frac{m_{н-б}}{M_{н-б}} + \frac{m_{н-n}}{M_{н-n}}} = \\ &= \frac{3 + 1 + 2 + 30 + 7 + 11 + 14 + 17 + 15}{\frac{3}{28} + \frac{1}{44} + \frac{2}{34} + \frac{30}{16} + \frac{7}{30} + \frac{11}{44} + \frac{14}{58} + \frac{17}{58} + \frac{15}{112}} = 31,12 \text{ г/моль} \end{aligned}$$

2) Найдем относительную плотность газа:

$$\rho_{отн} = \frac{M_{\Gamma}}{M_{возд}} = \frac{31,1}{28,9} = 1,076;$$

3) Найдем абсолютную плотность газа:

$$\rho_{абс} = \frac{M_{\Gamma}}{22,4} = \frac{31,1}{22,4} = 1,388 \text{ кг/м}^3;$$

4) Найдем плотность газа при заданных условиях:

$$\rho_{\Gamma} = \frac{M_{\Gamma}}{22,4} * \frac{273 * P}{t} = \frac{31,1 * 273 * 12}{22,4 * (273 + 200)} = 9,616 \text{ кг/м}^3;$$

Ответ:  $\rho_{отн}=1,076$ ;  $\rho_{абс}=1,388 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\Gamma}=9,616 \text{ кг/м}^3$

Задание 6. Узкая нефтяная фракция при атмосферном давлении имеет среднюю температуру кипения  $173^{\circ}\text{C}$ . Какую среднюю температуру кипения будет иметь эта фракция при давлении  $P = 6,2 \text{ атм.}$ ? Расчет провести по методу Ашворта. Найти молекулярную массу и абсолютную плотность фракции.

Решение:

Для решения задачи используем уравнение Ашворта и решим его относительно температуры (Т)

$$f(T) = f(T_0) \left[ 1 - \frac{\lg P}{2,68} \right].$$

1) По таблице для формулы Ашворта найдем путем интерполяции  $f(173)$ :

$$f(170) = 4,123$$

$$f(180) = 3,959$$

$$\Delta = f(170) - f(180) = 4,123 - 3,959 = 0,164,$$

тогда:

$$f(173) = f(170) - \frac{3}{10} * \Delta = 4,124 - \frac{3}{10} * 0,164 = 4,0748$$

2) Найдем  $f(T)$ :

$$f(T) = f(173) * \left[ 1 - \frac{\lg 6,2}{2,68} \right] = 4,0748 * \left[ 1 - \frac{0,7924}{2,68} \right] = 2,8699.$$

3) По таблице для формулы Ашворта найдем Т путем интерполяции:

$$f(260) = 2,924$$

$$f(270) = 2,821$$

$$\Delta = f(260) - f(270) = 2,924 - 2,821 = 0,103$$

$$f(T) = f(260) - t_n * \frac{\Delta}{10}$$



$$t_n = \frac{f(260) - f(T)}{\Delta} * 10 = \frac{2,924 - 2,8699}{0,103} * 10 = 5,3 \approx 5 \text{ град},$$

следовательно,

$$t = 260 + 5 = 265^\circ C$$

Ответ:  $t_{кип}^{6,2} = 265^\circ C$

Задание 7. Узкая нефтяная фракция при давлении  $P = 7,8 \text{ атм.}$  имеет среднюю температуру кипения  $338^\circ C$ . Какую среднюю температуру кипения будет иметь эта фракция при атмосферном давлении? Расчет провести по методу Ашворта. Найти молекулярную массу и абсолютную плотность фракции.

Решение:

Для решения задачи используем уравнение Ашворта и решим его относительно температуры (Т)

$$f(T) = f(T_0) \left[ 1 - \frac{\lg P}{2,68} \right].$$

1) По таблице для формулы Ашворта найдем путем интерполяции  $f(338)$ :

$$f(330) = 2,297$$

$$f(340) = 2,222$$

$$\Delta = f(330) - f(340) = 2,297 - 2,222 = 0,075,$$

тогда:

$$f(338) = f(330) - \frac{8}{10} * \Delta = 2,297 - \frac{8}{10} * 0,075 = 2,237$$

2) Найдем  $f(T_0)$ :

$$f(338) = f(T_0) * \left[ 1 - \frac{\lg 7,8}{2,68} \right] \Rightarrow f(T_0) = \frac{f(338)}{1 - \frac{\lg 7,8}{2,68}} = \frac{2,237}{1 - \frac{0,8921}{2,68}} = 3,353.$$

3) По таблице для формулы Ашворта найдем Т путем интерполяции:

$$f(210) = 3,519$$

$$f(220) = 3,385$$

$$\Delta = f(210) - f(220) = 3,519 - 3,385 = 0,134$$

$$f(T_0) = f(210) - t_n * \frac{\Delta}{10}$$

$$t_n = \frac{f(210) - f(T_0)}{\Delta} * 10 = \frac{3,519 - 3,353}{0,134} * 10 = 12,39 \approx 12 \text{ град},$$

следовательно,

$$t = 210 + 12 = 222^\circ C$$

Ответ:  $t_{кип}^1 = 222^\circ C$

Задание 8. Узкая нефтяная фракция при атмосферном давлении имеет среднюю температуру кипения  $210^\circ C$ . Какую среднюю температуру кипения будет иметь эта фракция при давлении  $P = 0,8 \text{ МПа}$ ? Расчет провести по методу Максвелла. Найти молекулярную массу и абсолютную плотность фракции.

Решение:

Для решения задачи используем уравнение Максвелла

$$\ln P = 0,7944 * \left[ \frac{10,4(f(t) - f(t_0))}{31,6 - f(t_0)} + 0,1 \right].$$

1) Найдем  $f(t_0)$ :

$$f(t_0) = \frac{37 * t_0}{t_0 + 273} = \frac{37 * 210}{210 + 273} = 16,087.$$

тогда:

$$f(t) = \frac{\left( \frac{\ln P}{0,7944} - 0,1 \right) * (31,6 - f(t_0))}{10,4} + f(t_0) = \frac{\left( \frac{2,074}{0,7944} - 0,1 \right) * (31,6 - 16,087)}{10,4} + 16,087 = 19,831$$

2) Отсюда найдем  $t$ :

$$t = \frac{273 * f(t)}{37 - f(t)} = \frac{273 * 19,831}{37 - 19,831} = 315^\circ C.$$

3) По формуле Войнова найдем молекулярную массу:

$$M = 60 + 0,3 * t_0 + 0,001 * t_0^2 = 60 + 0,3 * 210 + 0,001 * 210^2 = 167,1 \text{ г/моль}$$

4) Найдем относительную плотность по формуле Крегга:

$$\rho_{15}^{15} = 0,814;$$

5) Учитывая, что абсолютная плотность при нормальных условиях совпадает с относительной плотностью найдем:

$$\rho_4^{20} = \rho_{15}^{15} - 5 * a = 0,814 - 5 * 0,000752 = 0,810 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ:  $t_{кип}^8 = 315^\circ C$ ;  $M = 167,1 \text{ г/моль}$ ;  $\rho_4^{20} = 0,810 \text{ кг/м}^3$ .

Задание 9. Узкая нефтяная фракция при давлении  $P = 0,8 \text{ МПа}$  имеет среднюю температуру кипения  $360^\circ C$ . Какую среднюю температуру кипения будет иметь эта фракция при атмосферном давлении? Расчет провести по методу Максвелла. Найти молекулярную массу и абсолютную плотность фракции.

Решение:

Для решения задачи используем уравнение Максвелла

$$\ln P = 0,7944 * \left[ \frac{10,4(f(t) - f(t_0))}{31,6 - f(t_0)} + 0,1 \right].$$

1) Найдем  $f(t)$ :

$$f(t) = \frac{37 * t}{t + 273} = \frac{37 * 360}{360 + 273} = 21,043.$$

тогда:

$$f(t_0) = 17,672$$

2) Отсюда найдем  $t_0$ :

$$t_0 = \frac{273 * f(t_0)}{37 - f(t_0)} = \frac{273 * 17,672}{37 - 17,672} = 250^\circ\text{C}.$$

3) По формуле Войнова найдем молекулярную массу:

$$M = 60 + 0,3 * t_0 + 0,001 * t_0^2 = 60 + 0,3 * 250 + 0,001 * 250^2 = 197,5 \text{ г/моль}$$

4) Найдем относительную плотность по формуле Крегга:

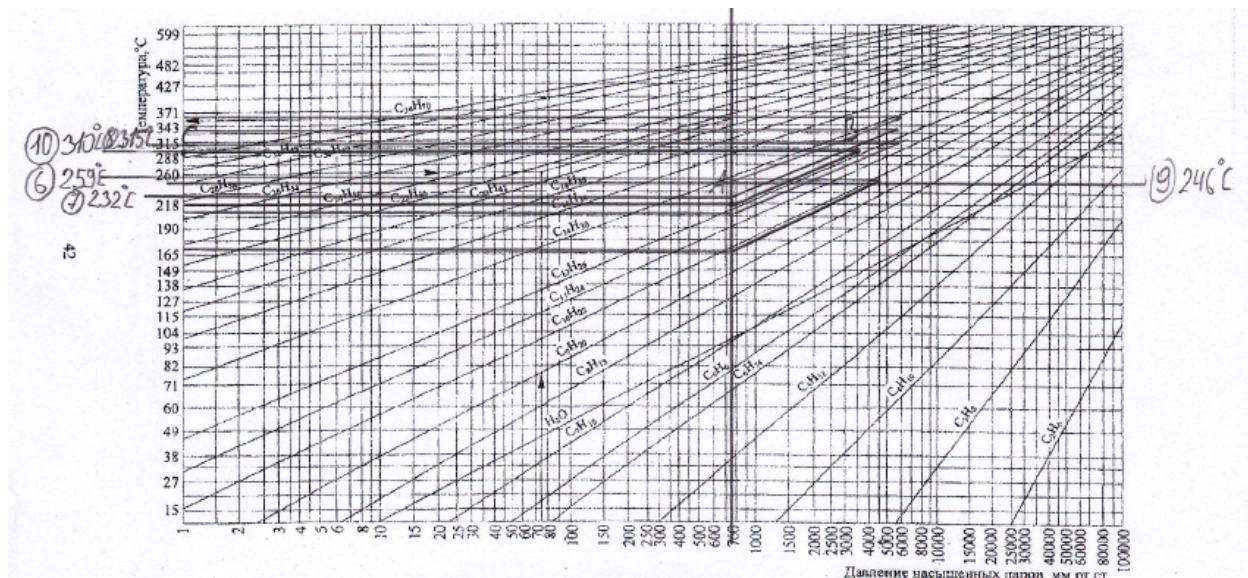
$$\rho_{15}^{15} = 0,841;$$

5) Учитывая, что абсолютная плотность при нормальных условиях совпадает с относительной плотностью найдем:

$$\rho_4^{20} = \rho_{15}^{15} - 5 * a = 0,841 - 5 * 0,000712 = 0,823 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ:  $t_{кип}^1 = 250^\circ\text{C}$ ;  $M = 197,5 \text{ г/моль}$ ;  $\rho_4^{20} = 0,823 \text{ кг/м}^3$ .

Задание 10. Узкая нефтяная фракция при атмосферном давлении имеет среднюю температуру кипения  $218^\circ\text{C}$ . Какую среднюю температуру кипения будет иметь эта фракция при давлении  $3500 \text{ мм рт. ст.}$ ? Для решения использовать *график Кокса*. Также по номограмме решите задачи № 6, 7, 8, 9 сравните получившиеся результаты. **(Письменно!)**.



Ответ:  $t_{\text{кип}}^{2000} = 310^\circ\text{C}$

Для задачи 6 по графику Кокса  $t_{\text{кип}}^{6,2} = 259^\circ\text{C}$ , (погрешность 2%).

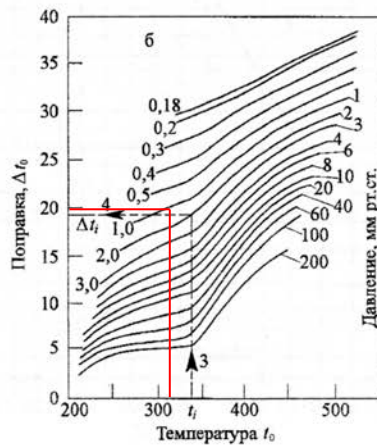
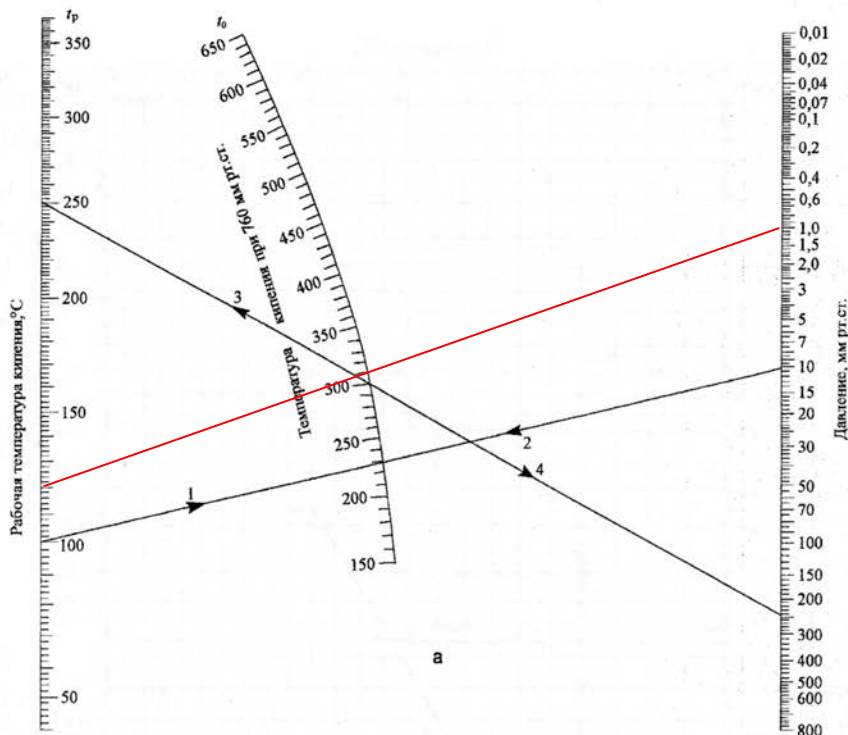
Для задачи 7 по графику Кокса  $t_{\text{кип}}^1 = 232^\circ\text{C}$ , (погрешность 4%)

Для задачи 8 по графику Кокса  $t_{\text{кип}}^{8,0} = 315^\circ\text{C}$ , (погрешность 0%)

Для задачи 9 по графику Кокса  $t_{\text{кип}}^1 = 246^\circ\text{C}$ , (погрешность 1,6%)

Задание 11. Узкая нефтяная фракция при остаточном давлении 1,0 мм рт. ст. имеет среднюю температуру кипения  $120^\circ\text{C}$ . Какова средняя температура кипения данной фракции при атмосферном давлении? Для решения использовать номограмму UOP.

Решение:



Номограмма UOP для определения температуры кипения нефтепродуктов в зависимости от давления (а) и поправочный график к ней (б)

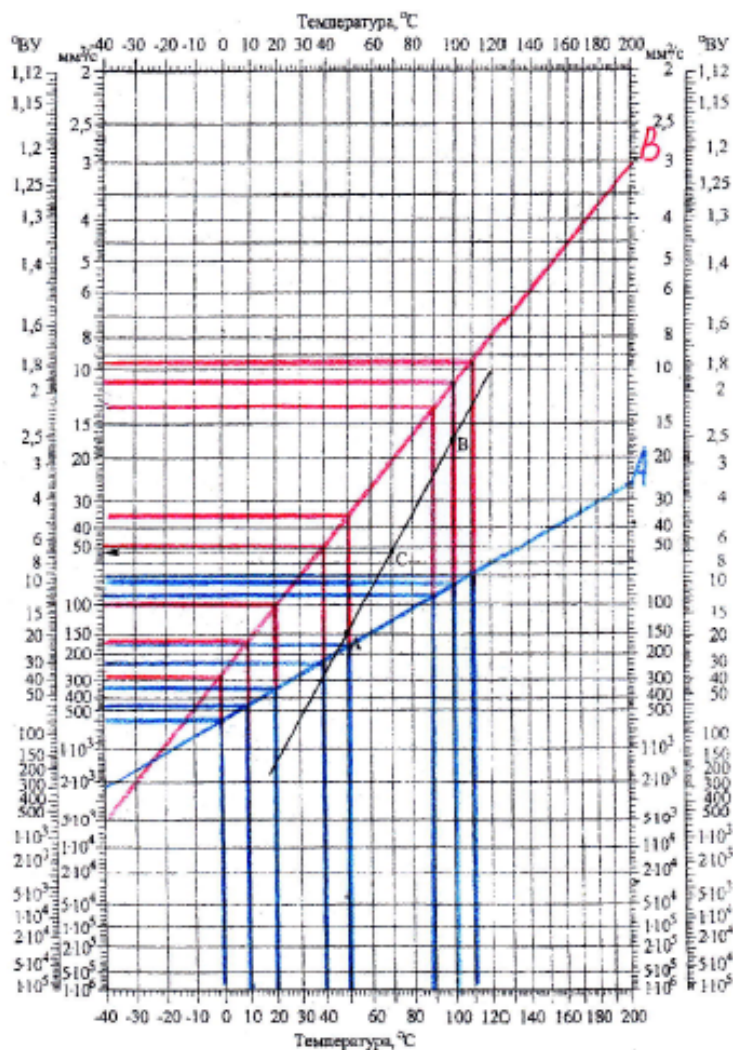
Температура по номограмме UOP 310°C, поправка 20°C, средняя температура кипения данной фракции при атмосферном давлении 310-20=290°C.

Ответ:  $t_{\text{кип}}=290^\circ\text{C}$ .

Задание 12. Фракция А при температуре 10°C имеет вязкость 480 мм<sup>2</sup>/с, а при температуре 90°C ее вязкость 90 мм<sup>2</sup>/с. Фракция В при температуре 10°C имеет вязкость 170 мм<sup>2</sup>/с, а при температуре 90°C ее вязкость 13 мм<sup>2</sup>/с. Найти вязкости этих фракций при температурах 0°C, 40°C и 110°C. Для решения использовать номограмму Семенидо.

Решение:

Данную задачу решаем графическим способом при помощи номограммы Семенидо:



Номограмма Семенидо для определения вязкости нефтепродуктов в зависимости от температуры

Ответ: для фракции А вязкость при  $0^{\circ}\text{C} = 550 \text{ мм}^2/\text{с}$ , при  $40^{\circ}\text{C} = 240 \text{ мм}^2/\text{с}$ , при  $110^{\circ}\text{C} = 70 \text{ мм}^2/\text{с}$ .

для фракции В вязкость при  $0^{\circ}\text{C} = 280 \text{ мм}^2/\text{с}$ , при  $40^{\circ}\text{C} = 50 \text{ мм}^2/\text{с}$ , при  $110^{\circ}\text{C} = 9,5 \text{ мм}^2/\text{с}$ .

Задание 13. Для нефтяных фракций А и В из задания 12 определить номограммы Молина-Гурвича:

- вязкость смеси этих фракций при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , если они смешиваются в количестве 20 об.% фракций А и 80 об.% фракций В; при той же температуре найти состав смеси этих фракций при котором вязкость смеси будет равна  $206 \text{ мм}^2/\text{с}$ ;

- вязкость смеси этих фракций при температуре  $50^{\circ}\text{C}$ , если они смешиваются в количестве 40 об.% фракций А и 60 об.% фракций В; при той же температуре найти состав смеси этих фракций при котором вязкость смеси будет равна  $130 \text{ мм}^2/\text{с}$ ;

- вязкость смеси этих фракций при температуре 100°C, если они смешиваются в количестве 70 об. % фракций **A** и 30 об% фракций **B**; при той же температуре найти состав смеси этих фракций при котором вязкость смеси будет равна 19 мм<sup>2</sup>/с.

*Решение:*

1) Найдем вязкости фракций по номограмме Семенидо:

При 20°C вязкость фракции A = 340 мм<sup>2</sup>/с, фракции B = 100 мм<sup>2</sup>/с

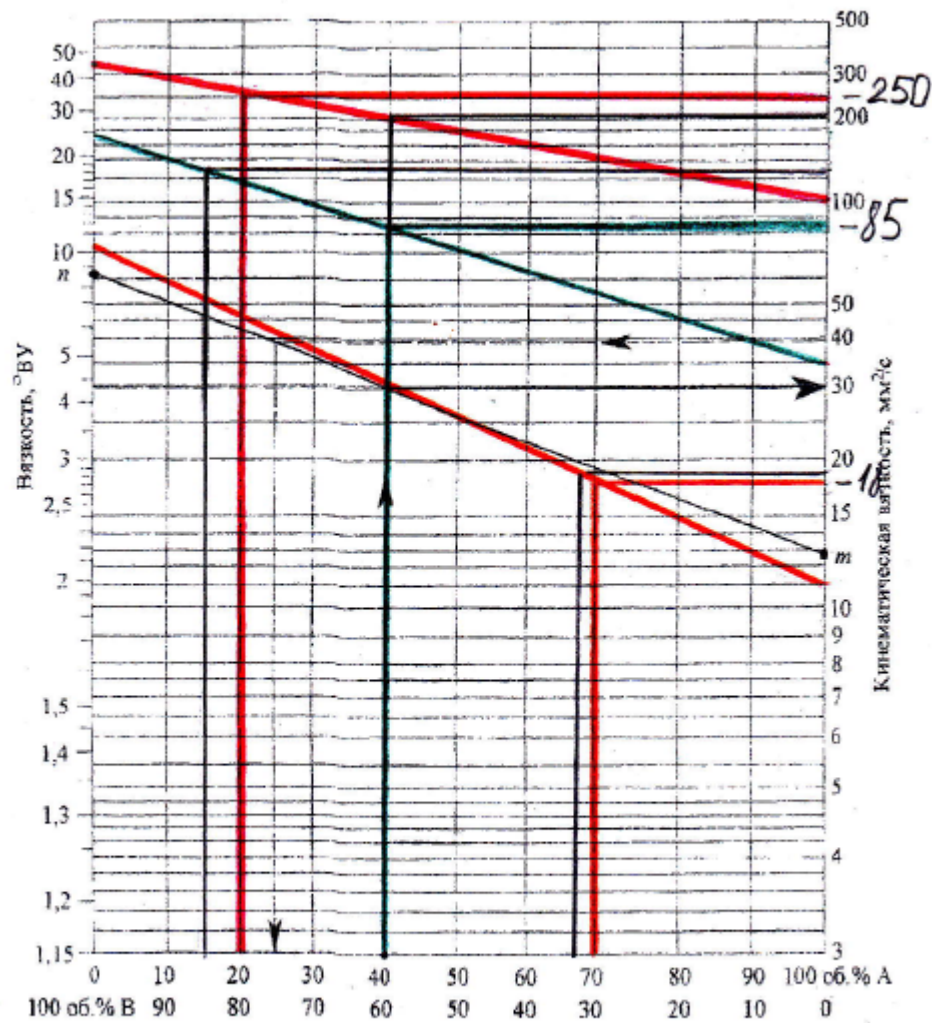
При 50°C вязкость фракции A = 175 мм<sup>2</sup>/с, фракции B = 35 мм<sup>2</sup>/с

При 100°C вязкость фракции A = 75 мм<sup>2</sup>/с, фракции B = 11 мм<sup>2</sup>/с

Ответ: - при 20°C вязкость смеси = 250 мм<sup>2</sup>/с; вязкости соответствует состав смеси с вязкостью 206 мм<sup>2</sup>/с, фракции A = 40%, фракции B = 60%

- при 50°C вязкость смеси = 85 мм<sup>2</sup>/с; вязкости 98 мм<sup>2</sup>/с соответствует состав смеси с вязкостью 130 мм<sup>2</sup>/с, фракции A = 15%, фракции B = 85%

- при 100°C вязкость смеси = 18 мм<sup>2</sup>/с; вязкости 16 мм<sup>2</sup>/с соответствует состав смеси с вязкостью 19 мм<sup>2</sup>/с, фракции A = 67%, фракции B = 33%



Номограмма Моллина-Гурвича для определения вязкости

**Задание 14.** Классифицируйте пластовую воду по классификациям Пальмера и Сулина изобразите ее солевой состав на колонке Роджерса. Если содержание ионов воде в мг/л составляет: хлор иона 2000; сульфат иона 5000; гидрокарбонат иона 19500; иона кальция 900; иона магния 3000; иона калия 550 и иона натрия 3935.

Так как классификация по Сулину выполняется на основе классификации по Пальмеру, то сначала классифицируем данную воду по классификации Пальмера:

1) Определим эквивалентную концентрацию ионов в воде и занесем получившийся результат в таблицу:

Ионы.	Концентрация ионов.		
	мг/л.	мг-экв.	%-экв
Cl	2000	56,42	5,87%
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5000	104,17	10,85%
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	19500	319,67	33,28
Ca <sup>2+</sup>	900	45,00	4,68
Mg <sup>2+</sup>	3000	250,00	26,04
Na <sup>+</sup>	3935	171,09	17,81
K <sup>+</sup>	550	14,10	1,47
сумма		960,45	100



2) Определим характеристики данной воды по классификации Пальмера:

По результатам расчета:

$$a = rNa^+ + rK^+ = 171,09 + 14,10 = 185,19;$$

$$b = rMg^{2+} + rCa^{2+} = 250,00 + 45,00 = 295,00;$$

$$d = rCl^- + rSO_4^{2-} = 56,42 + 104,17 = 160,59.$$

Так как  $d < a$  – вода I класса,

В данной воде сумма процент-эквивалентов ионов щелочных металлов больше чем сумма процент-эквивалентов сильных кислот, следовательно первичную соленость составят все процент-эквиваленты сильных кислот с равным им количеством процент-эквивалентов щелочных металлов.

Первичная соленость этой воды равна:

$$S_1 = (Cl^- + SO_4^{2-}) * 2 = (5,87 + 10,85) * 2 = 33,44.$$

Первичная щелочность, составят процент-эквиваленты ионов щелочных металлов, оставшиеся после образования  $S_1$ , с равным им количеством процент-эквивалентов ионов слабых кислот.

$$A_1 = \left( Na^+ + K^+ - \frac{S_1}{2} \right) * 2 = \left( 17,81 + 1,47 - \frac{33,44}{2} \right) * 2 = 5,12.$$

Вторичная соленость отсутствует, т.к. ионы сильных кислот израсходованы на первичную соленость т.е.  $S_2 = 0$

Вторичную щелочность данной воды составят процент-эквиваленты ионов слабых кислот, оставшиеся в избытке после их соединения с процент-эквивалентами ионов щелочных металлов, с равным им количеством процент-эквивалентов ионов щелочноземельных металлов.

$$A_2 = \left( HCO_3^- - \frac{A_1}{2} \right) * 2 = \left( 33,28 - \frac{5,12}{2} \right) * 2 = 61,44.$$

3) Классифицируем данную воду по классификации Сулина:

а) подсчитаем коэффициент  $r(Na^+ + K^+) / rCl^-$ . Для рассматриваемой воды он равен

$$\frac{r(Na^+ + K^+)}{rCl^-} = \frac{185,19}{56,42} = 3,28,$$

т.е. больше единицы. Значит рассматриваемая вода относится к типу гидрокарбонатно-натриевых или к типу сульфатно-натриевых.

б) определим величину соотношения  $(r(Na^+ + K^+) - rCl^-) / rSO_4^{2-}$

$$\frac{r(Na^+ + K^+) - rCl^-}{rSO_4^{2-}} = \frac{185,19 - 56,42}{104,17} = 1,24,$$

т.е больше единицы, значит рассматриваемая вода относится к типу гидрокарбонатно-натриевых.

в) определим величину соотношения  $rHCO_3^-/rCl^-$  и  $rHCO_3^-/rSO_4^{2-}$

$$\frac{rHCO_3^-}{rCl^-} = \frac{319,67}{56,28} = 5,68; \quad \frac{rHCO_3^-}{rSO_4^{2-}} = \frac{319,67}{104,17} = 3,07,$$

т.к. оба отношения больше единицы – вода относится к группе гидрокарбонатных вод.

г) определим величины соотношений  $r(Na^+ + K^+)/rCa^{2+}$  и  $r(Na^+ + K^+)/rMg^{2+}$

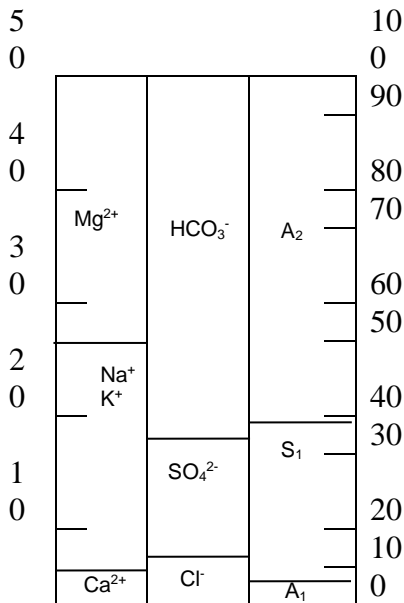
$$\frac{r(Na^+ + K^+)}{rCa^{2+}} = \frac{185,19}{45,00} = 4,12; \quad \frac{r(Na^+ + K^+)}{rMg^{2+}} = \frac{185,19}{250,00} = 0,74,$$

т.к. отношение к  $rMg^{2+}$  меньше единицы, вода относится к подгруппе магниевых вод.

д) запишем формулу воды по Пальмеру  $A_2S_1A_1$ , доминирующей характеристикой Пальмера является первичная щелочность  $A_2$ , следовательно, вода относится к классу  $A_2$ .

Получившиеся результаты нанесем на колонку Роджерса:

**Ответ:**



Характеристика пластовой воды по

Пальмеру

Вода I класса

$A_2 = 61,44$

$S_1 = 33,44$

$A_1 = 5,12$

Характеристика пластовой воды по Сулину:

Тип – I сульфатно-натриевый

Группа – гидрокарбонатных вод

Класс -  $A_2$

Подгруппа - магниевых

Задание 15. Классифицируйте пластовую воду по классификациям Пальмера и Сулина, изобразите ее солевой состав на колонке Роджерса. Если содержание ионов в воде в мг/л составляет: хлор иона 5000; сульфат иона 10000; гидрокарбонат иона 4500; иона кальция 4800; иона магния 700; иона калия 770 и иона натрия 2412.

Так как классификация по Сулину выполняется на основе классификации по Пальмеру, то сначала классифицируем данную воду по классификации Пальмера:

1) Определим эквивалентную концентрацию ионов в воде и занесем получившийся результат в таблицу:

Ионы.	Концентрация ионов.		
	мг/л.	мг-экв.	%-экв
Cl <sup>-</sup>	5000	141,04	17,27%
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10000	208,33	25,52%
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4500	73,77	9,03%
Ca <sup>2+</sup>	4800	240,00	29,38%
Mg <sup>2+</sup>	700	58,33	7,14%
Na <sup>+</sup>	770	33,48	4,09%
K <sup>+</sup>	2412	61,85	7,57%
Сумма		816,8	100,00

2) Определим характеристики данной воды по классификации Пальмера:

По результатам расчета:

$$a = rNa^+ + rK^+ = 33,48 + 61,85 = 95,33;$$

$$b = rMg^{2+} + rCa^{2+} = 58,33 + 240,00 = 298,33;$$

$$d = rCl^- + rSO_4^{2-} = 141,04 + 208,33 = 349,37.$$

Так как  $a < d < a + b$  – вода III класса,

В данной воде сумма процент-эквивалентов ионов щелочных металлов меньше, чем сумма процент-эквивалентов сильных кислот, следовательно первичную соленость составят все процент-эквиваленты щелочных металлов с равным им количеством процент-эквивалентов сильных кислот.

Первичная соленость этой воды равна:

$$S_1 = (Na^+ + K^+) * 2 = (4,09 + 7,57) * 2 = 23,32.$$

Так как все процент-эквиваленты ионов щелочных металлов истратились на первичную соленость, то первичная щелочность у данной воды отсутствует, т.е.  $A_1 = 0$ .

Вторичная соленость этой воды равна оставшемуся после соединения с ионами щелочных металлов количеству процент-эквивалентов сильных кислот с равным им количеством процент-эквивалентов ионов слабых кислот.

$$S_2 = ((Cl^- + SO_4^{2-}) - (S_1 / 2)) * 2 = ((17,27 + 25,52) - (23,32 / 2)) * 2 = 33,13.$$

Вторичную щелочность данной воды составят процент-эквиваленты ионов щелочных металлов, оставшиеся в избытке после их соединения с процент эквивалентами ионов сильных кислот, с равным им количеством процент-эквивалентов ионов слабых кислот.

$$A_2 = ((Ca^{2+} + Mg^{2+}) - (S_2 / 2)) * 2 = ((29,38 + 7,14) - (33,13 / 2)) * 2 = 39,91.$$

3) Классифицируем данную воду по классификации Сулина:

а) подсчитаем коэффициент  $r(Na^+ + K^+) / rCl^-$ . Для рассматриваемой воды он равен

$$\frac{r(Na^+ + K^+)}{rCl^-} = \frac{95,33}{141,04} = 0,68,$$

т.е. меньше единицы. Значит, рассматриваемая вода относится к типу хлормagneиных или к типу хлоркальциевых.

б) определим величину соотношения  $(rCl^- - r(Na^+ + K^+)) / rMg^{2+}$

$$\frac{rCl^- - r(Na^+ + K^+)}{rMg^{2+}} = \frac{141,04 - 33,48 - 61,85}{58,33} = 0,78,$$

т.е. меньше единицы. Значит, рассматриваемая вода относится к типу хлормagneиным.

в) определим величину соотношения  $rHCO_3^- / rCl^-$  и  $rHCO_3^- / rSO_4^{2-}$

$$\frac{rHCO_3^-}{rCl^-} = \frac{73,77}{141,04} = 0,52; \quad \frac{rHCO_3^-}{rSO_4^{2-}} = \frac{73,77}{208,33} = 0,35,$$

т.к. оба отношения меньше единицы и  $rSO_4 > rCl^-$  – вода относится к группе сульфатных вод.

г) определим величины соотношений  $r(Na^+ + K^+) / rCa^{2+}$  и  $r(Na^+ + K^+) / rMg^{2+}$

$$\frac{r(Na^+ + K^+)}{rCa^{2+}} = \frac{95,33}{240,00} = 0,39; \quad \frac{r(Na^+ + K^+)}{rMg^{2+}} = \frac{95,33}{58,33} = 1,63,$$

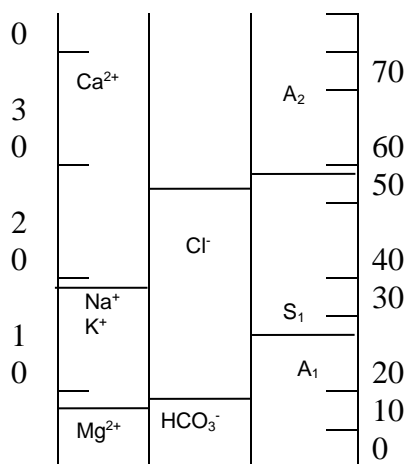
т.к. отношение к  $rCa^{2+}$  меньше единицы, вода относится к подгруппе кальциевых вод.

д) запишем формулу воды по Пальмеру  $A_2S_2S_1$ , доминирующей характеристикой Пальмера является первичная щелочность  $A_2$ , следовательно, вода относится к классу  $A_2$ .

Получившиеся результаты нанесем на колонку Роджерса:

**Ответ:**

5		10
0		0
4	<div style="border-right: 1px solid black; width: 30px; height: 100%;"></div> <div style="border-right: 1px solid black; width: 30px; height: 100%;"></div> <div style="border-right: 1px solid black; width: 30px; height: 100%;"></div>	90
		80
		$SO_4^{2-}$



Характеристика пластовой воды по

Пальмеру

Вода I класса

A<sub>2</sub> = 39,91

S<sub>1</sub> = 23,52

S<sub>1</sub> = 23,52

Характеристика пластовой воды по Сулину:

Тип – III хлормagneиный

Группа – сульфатных вод

Класс - S<sub>2</sub>

Подгруппа - кальциевых

Теоретический вопрос №1. Гипотезы происхождения нефти. Элементный состав. Фракционный состав. Групповой углеводородный состав, классификация нефтей. Синтетические поверхностно-активные вещества и их применение в нефтедобывающей промышленности.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

##### Реферат

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности. Автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д.

##### Методические материалы по оценке реферата

Тематика рефератов выдается преподавателем в конце семинарского занятия либо по желанию студентов, либо в соответствии со списком студентов.

Объем реферата – 20-22 страниц печатного текста, включая титульный лист, введение, заключение и список литературы.

Введение должно содержать указания на актуальность темы, степень ее разработанности, а также значимость тех работ, которые будут использованы в реферате, и указание на тот вклад, который авторы данных работ внесли в науку (с указанием фамилий авторов и их трудов), аргументацию личной заинтересованности по написанию именно этой темы.

Основная часть работы предполагает характеристику основных научных исследований по данной проблеме (1-3 исследований). Студенту предлагается не просто изложить те или иные взгляды на проблему конкретного автора, но и проследить эволюцию этих взглядов (в частности, исходя из особенностей того исторического периода, когда была написана данная работа, или других факторов); прокомментировать их, подчеркнуть необходимость переосмысления этих взглядов на данном этапе развития современного общества или же их значимость и в настоящее время. Изложение каждого исследования рекомендуется располагать в последовательном порядке, одно за другим. Сноски обязательно делаются с указанием той или иной страницы.

Примерный список литературы по темам рефератов приводится ниже. Кроме того, студент по своему желанию может выбрать соответствующую литературу, не входящую в данный список. Заключение содержит основные выводы, к которым пришел студент, анализируя указанную тему.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки:

- новизна текста;
- обоснованность выбора источника;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста:

- а) актуальность темы исследования;
- б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы;
- в) умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;
- г) самостоятельность оценок и суждений;
- д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие плана теме реферата;
- б) соответствие содержания теме и плану реферата;
- в) полнота и глубина знаний по теме;
- г) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу

Обоснованность выбора источников:

- а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

- а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;
- б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;
- в) соблюдение требований к объёму реферата.

Учащийся представляет реферат на рецензию не позднее указанного срока. Для устного выступления учащемуся достаточно 10-20 минут.

### **За подготовку реферата**

<b>Критерии оценивания реферата:</b>
--------------------------------------

«Отлично»	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
«Хорошо»	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; невыдержан объем реферата.
«Удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
«Неудовлетворительно»	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

### Критерии оценки знаний студентов на зачете:

1. Оценка «зачтено» ставится студенту, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе;
- о знании рекомендованной литературы,
- о знании концептуально-понятийного аппарата всего курса и принимавший активное участия на семинарских занятиях, а также содержит в целом правильное и аргументированное изложение материала.

2. Оценка «не зачтено» ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

### Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования

1. Индивидуальная балльная оценка:

- оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85% тестовых заданий;
- оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70% тестовых заданий;
- оценка «удовлетворительно» - не менее 51%;
- оценка «неудовлетворительно» - если студент правильно ответил менее чем на 50% тестовых заданий,

2. Показатели уровня усвоения учебного элемента или дисциплины в целом:

- процент студентов, правильно выполнивших задание;
- процент студентов, освоивших все дидактические единицы дисциплины.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1 Основная литература

1. Рябов, В.Д. Химия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Д. Ря-

бов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. - 336с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/940691>

2.Рябов, В.Д. Химия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Д. Рябов. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. - 336с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546691>

## **8.2 Дополнительная литература**

1. Пономарева, Г. А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. А. Пономарева. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 99 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>

## **8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»**

1. <http://www.edu.ru> Российский образовательный федеральный портал
2. <http://www.химик.ru/> Химия. Сайт о химии
3. <http://www.iqlib.ru/> Электронно-библиотечная система. Образовательные и просветительные издания
4. <http://chemexpress.fatal.ru/Navigator/html-> Химия. Навигатор
5. <http://www.lib.mkgtu.ru> Научная библиотека Майкопского государственного технологического университета (НБ МГТУ)

На сайтах размещены теоретические материалы по вопросам неорганической и органической химии. Разобраны различные виды задач, содержатся вопросы для самоконтроля и проверки остаточных знаний.



## 9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины

#### «Химия нефти и газа»

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
<p>Вводная лекция. Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.</p>	<p>Лекция- беседа. Лабораторная работа, ее защита.</p>	<p>изучение нового учебного материалы</p>	<p>устная речь, лабораторная работа</p>	<p>ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания ОПК-1.2. использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ОПК-1.4. знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов</p>
<p>Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.</p>	<p>Проблемная лекция. Тематическая лабораторная работа и ее защита.</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь, лабораторная работа</p>	<p>ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>

<p>Групповой углеводородный состав нефти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алканы (метановые углеводороды);</li> <li>- циклоалканы (нафтены);</li> <li>- ароматические углеводороды (арены);</li> <li>- олефины (алкены) и диолефины (диены).</li> </ul>	<p>Лекция-беседа. Тематическая лабораторная работа и ее защита.</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь, лабораторная работа</p>	<p>ОПК-4.1.</p>
<p>Групповой химический состав нефти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- углеводороды;</li> <li>- гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые);</li> <li>- смолисто-асфальтеновые вещества;</li> <li>- минеральные компоненты нефти.</li> </ul>	<p>Лекция-беседа, Тематическая лабораторная работа и ее защита.</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь, лабораторная работа</p>	<p>ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ОПК-4.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.3. владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ</p>
<p>Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа.</p>	<p>Проблемная лекция. Тематическая лабораторная работа и ее защита</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь, лабораторная работа</p>	<p>ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ОПК-4.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.3. владеет техникой экспериментирования</p>

				ния с использованием пакетов программ
Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.	Лекция-беседа.	изучение нового учебного материала	устная речь	ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания ОПК-1.2. использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ОПК-1.4. знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.	Лекция- беседа.	изучение нового учебного материала	устная речь	ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания ОПК-1.2. использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей

				ОПК-1.4. знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.	Лекция- беседа.	изучение нового учебного материала	устная речь	ОПК-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ОПК-4.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.3. владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ

Учебно-методические материалы по практическим занятиям дисциплины

**«Химия нефти и газа»**

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Наименование практического занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1	2	3	4	5
Химический состав нефтей, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки. Краткая характеристика компонентов нефти и газа. Классификации нефти и природных газов.	Роль углеводородного сырья в экономике России. Объем добычи нефти и газа. Характеристика компонентов нефти. Фракционный состав нефтей.	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Письменная работа

	Классификации нефти и природных газов.			
Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов.	Физико-химические методы разделения компонентов нефти и газа: - разделение углеводородных смесей методами перегонки, экстракции, кристаллизации, термической диффузии; - хроматографические методы разделения и анализа углеводородных смесей.	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Письменная работа
Групповой углеводородный состав нефти: - алканы (метановые углеводороды); - циклоалканы (нафтены); - ароматические углеводороды (арены); - олефины (алкены) и диолефины (диены).	Физические и химические свойства алканов, циклоалканов, ароматических углеводородов, олефинов и диолефинов. Содержание в нефтях. Количественное определение, выделение и идентификация. Номенклатура и изомерия.	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Письменная работа
Групповой химический состав нефти: - углеводороды; - гетероатомные соединения нефти (кислородные, сернистые, азотистые); - смолисто-асфальтеновые вещества; - минеральные компоненты нефти.	Кислородные соединения нефти. Нафтеновые кислоты. Метод постепенного расщепления. Сернистые соединения. Сера, сероводород, тиолы (меркаптаны), сульфиды (тиоэфиры), дисульфиды, тиацикланы,	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	задачи

	<p>тиофены.  Азотистые соединения нефти.  Азотистые основания.  Нейтральные (слабоосновные) азотистые соединения.  Смолисто-асфальтеновые вещества.  Минеральные компоненты нефти.</p>			
<p>Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа</p>	<p>Физико-химические методы идентификации и количественного определения углеводородов и других компонентов нефти и газа:  - физико-химические константы углеводородов нефти и их роль в идентификации компонентов и анализе углеводородных смесей;  - спектральные методы идентификации углеводородов и других компонентов нефти и газа.</p>	<p>Исследование вопроса, составление конспекта</p>	<p>формирование и совершенствование знаний</p>	<p>задачи</p>
<p>Определение химического состава нефтяных фракций и нефтяных продуктов.</p>	<p>Определение группового состава и детализированного состава бензиновых фракций.  Метод анилиновых точек.  Метод жидкостно-адсорбционной хроматографии.  Схема определения группового состава крекинг-бензинов и жидких продуктов пиролиза.</p>	<p>Исследование вопроса, составление конспекта</p>	<p>формирование и совершенствование знаний</p>	<p>задачи</p>

<p>Нефть и нефтепродукты как дисперсные системы.</p>	<p>Межмолекулярные взаимодействия компонентов нефти. Ассоциаты нефти и структурообразование в ней. 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. Фазовые переходы в природных нефтяных дисперсных системах. Реологические свойства нефти.</p>	<p>Исследование вопроса, составление конспекта</p>	<p>формирование и совершенствование знаний</p>	<p>задачи</p>
<p>Термические и каталитические превращения углеводородов нефти и газа. Гипотезы происхождения нефти. Превращение нефти в природе.</p>	<p>Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти и газа. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Гидроочистка. Гидрокрекинг.</p>	<p>Исследование вопроса, составление конспекта</p>	<p>формирование и совершенствование знаний</p>	<p>задачи</p>

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю, практике, ГИА), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

### **10.1. Перечень необходимого программного обеспечения**

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система «Windows»;
2. Офисный пакет «WPS office»;
3. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
4. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;
5. Тестовая система собственной разработки, правообладатель ФГБОУ ВО «МГТУ», свидетельство №2013617338.

### **10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. IPRBooks. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". – Саратов, 2010. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Znanium.com. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". – Москва, 2011 - URL: <http://znanium.com/catalog> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. CYBERLENINKA: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ): федеральная государственная информационная система: сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004. - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Естественно-научный образовательный портал: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2002. – URL: [http://www.en.edu.ru/#\\_blank](http://www.en.edu.ru/#_blank).
5. Единое окно доступа к информационным ресурсам: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2005. - URL: <http://window.edu.ru/>



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

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>Специальные помещения</b>		
<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: каб. А-101, А-205, А-304, А-306, Б-201, Б-208, Б-307. 385140, Российская Федерация, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: А-104, А-205, А-305. 385140, Российская Федерация, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p> <p>Лаборатория по информатике: А-302; 385140, Российская Федерация, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p>	<p>Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, учебно-наглядные пособия, 2 компьютерных класса <i>на 20 посадочных мест</i>, оснащенный компьютерами <i>Pentium</i> с выходом в Интернет</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLCmediaplayer»;</li> <li>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-litecodec»;</li> <li>3. Офисный пакет «WPSoffice»;</li> <li>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</li> <li>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobereader».</li> </ol>
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>		
<p>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций: А-104, А-205, Б-201, Б-206, Б-307. 385140, Российская Федерация, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p> <p>Читальный зал: Б-102. 385140, Российская Федерация, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p>	<p>Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, 2 компьютерных класса <i>на 20 посадочных мест</i>, оснащенный компьютерами <i>Pentium</i> с выходом в Интернет</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015; свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLCmediaplayer»;</li> <li>2. Программа для воспроизведения аудио и</li> </ol>

		<p>видео файлов «K-litecodec»;</p> <p>3. Офисный пакет «WPSoffice»;</p> <p>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</p> <p>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobereader».</p>
--	--	--

**Дополнения и изменения в рабочей программе**  
**за \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год**

В рабочую программу \_\_\_\_\_  
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) \_\_\_\_\_  
(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)