

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Нестерова Людмила Викторовна  
Должность: Директор филиала ИнДИ (филиал) ФГБОУ ВО "ЮГУ"  
Дата подписания: 31.10.2023 12:31:32  
Уникальный программный ключ:  
381fbe5f0c4ccc6e500e8bc981c25bb218288e83

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института нефти и газа  
  
Зеленский В.И.  
М.П.  
"13" "05" 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
К.М.01.06 ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА

Направление подготовки  
21.03.01 Нефтегазовое дело

Направление (профиль): Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

Форма обучения

Очно-заочная

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Год набора 2019

Виды занятий	Объем занятий, час/з.е., очная форма обучения	
	всего	семестр 1
Лекции	22	22 +
Практические занятия, в т.ч. интерактивные формы обучения		
Лабораторные работы, в т.ч. интерактивные формы обучения	24	24 +
Самостоятельная работа	134	134 ↓
Контрольные работы		+ ↓
Курсовой (ая) проект/работа		
Итоговый контроль:	36	Экзамен 36 ↓ реферат
Итого:	216/6	216/6 +

Дата разработки  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Номер и дата регистрации в АкО:  
№ 110301-11 от 10.05.2019  
№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Дата актуализации  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ханты-Мансийск,  
2019 год

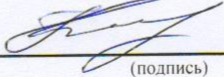
## Рабочая программа учебной дисциплины (модуля)

### Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело / Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти. утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2018 г. № 96.


2. Одобрена на заседании учебно-методического совета института нефти и газа протокол № 10 от 30.05.2019.  
(институт) (дата)

3. Разработчик (и)

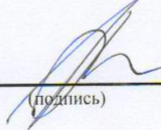
доцент, к.х.н.  Ю.В. Корзов  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

4. СОГЛАСОВАНО:

4.1 Руководитель ОПОП по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело / Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

доцент, к.т.н.  Р.Ш. Аюпов  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

4.2 Курс-лидер

доцент, к.геогр.н.  Н.О. Игенбаева  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института нефти и газа

\_\_\_\_\_ Зеленский В.И.

М.П.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
К.М.01.06 ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

Направление (профиль): Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

Форма обучения

Очно-заочная

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Год набора 2019

Виды занятий	Объем занятий, час/з.е., очная форма обучения	
	всего	семестр 1
Лекции	22	22
Практические занятия, в т.ч. интерактивные формы обучения		
Лабораторные работы, в т.ч. интерактивные формы обучения	24	24
Самостоятельная работа	134	134
Контрольные работы		+
Курсовой (ая) проект/работа		
Итоговый контроль:	36	Экзамен 36 реферат
Итого:	216/6	216/6

Дата разработки

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Номер и дата регистрации в АкО:

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Дата актуализации

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ханты-Мансийск,  
2019 год

## Рабочая программа учебной дисциплины (модуля)

### Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело / Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2018 г. № 96.

2. Одобрена на заседании учебно-методического совета института нефти и газа протокол № 10 от 30.05.2019.  
(институт) (дата)

3. Разработчик (и)

доцент, к.х.н. \_\_\_\_\_ Ю.В. Коржов  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

4. СОГЛАСОВАНО:

4.1 Руководитель ОПОП по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело / Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Р.Ш. Аюпов  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

4.2 Курс-лидер

доцент, к.геогр.н. \_\_\_\_\_ Н.О. Игенбаева  
(ученое звание, ученая степень) (подпись) (И. О. Фамилия)

### 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Учебной целью освоения дисциплины (модуля) «Химия нефти и газа» является формирование у студентов системы знаний о химическом составе нефти и газа, методах анализа нефти и нефтепродуктов по ГОСТ в аккредитованных лабораториях, современных способах промышленной переработке нефти и газа. На основе знаний о составе и свойствах нефти и газа студент должен уметь выделять их потребительские характеристики, условия добычи, транспортировки, хранения и эксплуатации, определять параметры, которые необходимо контролировать.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина (модуль) «Химия нефти и газа» относится к комплексному модулю дисциплин учебного плана.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).

Коды формируемых компетенций ОПК-1

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина (модуль)		Индикаторы обучения по дисциплине (модулю)
Коды компетенции	Содержание компетенций	
ОПК-1	- Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	<b>Знать:</b> - Методы лабораторных исследований углеводородного сырья (19.007) -показатели, характеризующие состав, физико-химические и технологические свойства, качество нефти и газа, методы исследования нефтей; -основные термические и каталитические способы переработки нефти и газа. <b>Уметь:</b> - проводить сопоставление физических свойств нефти, нефтепродуктов и газа с их составом; - определять комплекс аналитических методов для получения информации о составе нефти и газа при решении производственных задач добычи, транспортировки, хранения углеводородного сырья. <b>Владеть:</b> - Сопровождение проведения лабораториями соответствующих анализов по направлению деятельности (19.007) - навыками разработки схемы исследования нефти или газа; - практическими приемами отбора нефти и газа для целей их дальнейшего лабораторного исследования

### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единицы – 216 часов.

#### 4.1 Содержание теоретического раздела дисциплины (модуля)

Таблица 2

##### Лекции

№ п/п	Наименование и краткое содержание	Трудоемкость, часов
-------	-----------------------------------	---------------------

1	<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b> Основные нефтегазоносные районы. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса	2
2	<b>Состав и свойства нефтей.</b> Элементный, фракционный, групповой и индивидуальный состав нефти. Состав, строение и физико-химические свойства углеводородов, гетероатомных соединений, смолисто-асфальтеновых и минеральных веществ нефти	2
3	<b>Классификации нефтей.</b> Современные химические и технологические классификации нефтей. Состав и свойства основных видов нефтепродуктов.	2
4	<b>Гипотезы происхождения нефти.</b> Классические гипотезы минерального и органического происхождения нефти. Новейшие представления об образовании нефти и газа. Представления об образовании основных классов углеводородов нефти.	2
5	<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b> Плотность. Молекулярная масса. Вязкость. Температура помутнения, кристаллизации, застывания. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Оптические свойства.	2
6	<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b> Перегонка и ректификация. Кристаллизация. Образование аддуктов и комплексов. Абсорбция, адсорбция и экстракция. Термодиффузия и диффузия через мембраны. Методы разделения нефти по группам веществ. Химические методы выделения веществ.	2
7	<b>Методы исследования состава нефти и газа.</b> Определение элементного состава. Определение группового состава.	2
8	<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b> Хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы спектральных методов исследования. Возможности ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопии в исследовании нефти и газа.	2
9	<b>Термические превращения углеводородов.</b> Термическая стабильность углеводородов. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазе. Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Промышленные процессы термической переработки нефти.	2
10	<b>Термокаталитические процессы превращения углеводородов.</b> Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив.	1
11	<b>Гидрогенезационные процессы в нефтепереработке.</b> Гидроочистка. Гидрокрекинг.	1
12	<b>Методы очистки нефтепродуктов.</b> Адсорбционные методы очистки. Химические и каталитические методы очистки. Очистка с применением селективных растворителей.	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>22</b>

### 4.3 Содержание практического раздела дисциплины (модуля)

Таблица 3

#### Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование и краткое содержание	Трудоемкость, часов	Формы отчетности
1	1, 2	Экскурсия в аккредитованную лабораторию анализа нефтей и нефтепродуктов <b>Лабораторная работа № 1.</b> Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях. Характеристика параметров и свойств нефтей и нефтепродуктов, анализируемых в соответствии с методиками Госстандарта (ГОСТ)	2	Письменная работа, собеседование
2	5, 6	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Отбор проб нефти и нефтепродуктов (ГОСТ 2517-85)	4	Письменная работа, собеседование
3	2, 3	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Изучение предоставленного методического материала «Химический состав нефти и газа». Письменная проверочная работа.	4	Письменная работа, собеседование
4	4, 5	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Физико-химические	4	Письменная

		характеристики нефти, газа и органического вещества пород. Определение относительных плотностей нефтей и нефтепродуктов.		работа, собеседование
5	7	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Статистическая обработка геохимических данных при проведении многократных измерений	4	Письменная работа, собеседование
6	8	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов: - химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты; - решение задач. «Химическая характеристика растворов»	2	Письменная работа, собеседование
7	7	<b>Лабораторная работа № 7.</b> Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов: - вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству. ОСТ 39-225-88	2	Письменная работа, собеседование
8	1-12	<b>Экзамен</b>	2	Тестирование, Собеседование
		<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	

Таблица 4

### Организованная самостоятельная работа

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Трудоемкость, часов	Формы отчетности
1	<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b> Основные нефтегазоносные районы. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса. Запасы и добыча нефти и газа в мире по регионам и странам	10	Конспект, реферат, собеседование
2, 3	<b>Состав и свойства нефтей. Классификации нефтей.</b> Элементный, фракционный, групповой и индивидуальный состав нефти. Современные химические и технологические классификации нефтей.	16	Конспект, собеседование
4	<b>Гипотезы происхождения нефти.</b> Классические гипотезы минерального и органического происхождения нефти. Новейшие представления об образовании нефти и газа. Представления об образовании основных классов углеводородов нефти.	16	Конспект, реферат, собеседование
5	<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b> Плотность. Молекулярная масса. Вязкость. Температура помутнения, кристаллизации, застывания. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Оптические свойства. Методы лабораторного исследования нефти и газа: руководящие документы, организация и контроль проведения испытания.	10	Конспект, реферат, собеседование
6	<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b> Перегонка и ректификация. Кристаллизация. Образование аддуктов и комплексов. Абсорбция, адсорбция и экстракция. Термодиффузия и диффузия через мембраны. Отбор и подготовка к лабораторным исследованиям образцов нефти и газа.	10	Конспект, реферат, собеседование
7	<b>Методы исследования состава нефти и газа.</b> Определение элементного состава. Определение группового состава.	10	Конспект, реферат, собеседование
8	<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b> Хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы спектральных методов исследования. Возможности ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопии в исследовании нефти и газа. Методы статистической обработки результатов лабораторных исследований.	10	Конспект, реферат, собеседование
9, 10	<b>Термические и термokatалитические процессы превращения углеводородов.</b> Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Каталитический крекинг. Каталитич. риформинг. Синтез	10	Конспект, реферат, собеседование

	высокооктановых компонентов топлив.		
11	Гидрогенезационные процессы в нефтепереработке. Гидроочистка. Гидрокрекинг.	10	Конспект, реферат, собеседование
12	Методы очистки нефтепродуктов. Адсорбционные методы очистки. Химические и каталитические методы очистки. Очистка с применением селективных растворителей.	10	Конспект, реферат, собеседование
экзамен	Подготовка к экзамену	22	Конспект, реферат, собеседование
	<b>ИТОГО</b>	<b>134</b>	

## 5. Образовательные технологии, используемые при различных видах организации учебного процесса.

Таблица 5

### Образовательные технологии

Вид занятия	Тема	Формы обучения
Лекции (22 часа)	Разделы 1-12	Дистанционная, пассивная форма обучения (слушать, конспектировать)
Лабораторная работа № 1	Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях	Очная, интерактивная форма обучения, включающая экскурсию в аккредитованную лабораторию, изучение методического материала, написание письменной работы.
Лабораторные работы №№ 2, 4	Темы 4, 5	Очная, активная форма обучения в бригадах, включающая изучение методического материала, выполнение практической работы с расчетами, защита письменного отчета в виде собеседования
Лабораторная работа № 3	Тема 2, 3	Очная, активная форма обучения, включающая изучение методического материала, выполнение письменной работы по проверке знаний состава нефти и газа.
Лабораторные работы №№ 5-7	Статистическая обработка геохимических данных; Прогнозирование солеотложения в системе ППД	Очная, активная форма обучения в бригадах, включающая изучение методического материала, выполнение практической работы с расчетами, защита письменного отчета в виде собеседования
Подготовка и сдача экзамена	Разделы 1-12	Очная, активная форма обучения, включающая самостоятельное повторение пройденного материала, консультации с преподавателем по вопросам выставляемым на зачет. Сдача экзамена в виде теста или собеседования.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Подготовка отчетов по лабораторным работам.

Отчеты по лабораторным работам необходимо оформлять в отдельной тетради или на сброшюрованных листах формата А4. Отчет пишется от руки, грамотно и аккуратно, он должен содержать следующие разделы:

1. Дата;
2. Тема (название) работы;
3. Цель;
4. Краткое описание сути работы, метода отбора, подготовки и исследования пробы,



последовательности компьютерной обработки данных.

5. **Ход работы:** ведутся все записи по ходу работы, проводятся расчеты;
6. Расчет метрологических характеристик точности многократных измерений производится по требованию преподавателя по предоставленным алгоритмам, характеристики точности сравниваются с нормативами контроля;
7. **Окончательный результат** с указанием погрешностей (абсолютная и относительная погрешность измерения);
8. **Выводы** записываются кратко, в соответствии с поставленной целью и должны содержать конкретные полученные в ходе работы результаты.

На ознакомление с ходом работы и практическое (теоретическое дистанционное) ее выполнение (изучение) отводится 2 академических часа. Ознакомление с теоретической частью работы, связанной с материалом лекций, выполнение расчетов (домашняя работа при дистанционном занятии), оформление отчета занимает до 10 часов самостоятельной работы студента.

Вопросы для самоконтроля, выносимые в конце теоретической части работы используются при проверке знаний студентов во время защиты отчета по лабораторной работе.

Прорабатываемые самостоятельно темы оформляются в виде краткого конспекта в отдельной тетради. Конспекты показываются и проверяются преподавателем во время защиты отчета по лабораторной работе.

При составлении рефератов по темам рекомендуется подбирать литературу, включающую актуализированную научную информацию: книги, статьи научных журналов, статьи в интернете последних 5-10 лет выпуска. Тема предлагается преподавателем, выбирается исходя из интересов студентов и текущей темы занятий.

Реферат включает: введение, литературный обзор по теме реферата, включающий историческую справку по изучаемой проблеме, заключение, список использованной литературы.

Перечень тем рефератов не является постоянным, а ежегодно пересматривается с учетом появления новой литературы. Примеры тем рефератов приведены в Приложении 2

Рефераты сдаются преподавателю на проверку. Содержание реферата может быть доложено на одной из лабораторных работ в виде собеседования или презентации на 5-7 минут.

### **6.1 Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представлено:

- электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Общая геохимия» размещен в системе «Moodle» (и/или системе управления электронными образовательными ресурсами) на сайте ЮГУ по ссылке <https://eluniver.ugrasu.ru>.

## **6.2. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины (модуля)**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменная работа (отчет по лабораторной работе);
- собеседование;
- конспект материала;
- реферат.

Форма текущей аттестации для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

## **6.3. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена. Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 2.

Проверка знаний по отдельным темам осуществляются на основе проверки письменных отчетов по лабораторным работам, кратких конспектов самостоятельно прорабатываемых тем и дополнительного собеседования при сдаче работ. Вопросы для собеседования по темам для текущей аттестации приводятся в Приложении 2.

Форма ответа для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, обучающимся инвалидам и обучающимся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости предоставляется право выбора формы ответа с учетом текущего состояния здоровья и индивидуальных возможностей и т.п.)- Обучающимся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья увеличивается время на подготовку ответов к экзамену, разрешается готовить ответы с использованием дистанционных образовательных технологий.

Для проведения промежуточной аттестации для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматриваются виды (тест, контрольные вопросы, контрольные задания и т.п.) и формы (письменная или устная проверка результатов обучения, использование электронных систем (например, Moodle)) оценочных средств, адаптированные к ограничениям их здоровья.

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

Методические указания для обучающихся по проведению лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки приведены в Приложении 1.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Таблица 6

**Обеспечение дисциплины (модуля) основной и дополнительной литературой**

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Ссылка на электронный ресурс (в случае если книга из ЭБС)
<b>Основная литература</b>						
1	Некозырева Т.Н.	Химия нефти и газа.	Москва	ТюмГНГУ	2013	Электронный ресурс <a href="https://e.lanbook.com/book/55436">https://e.lanbook.com/book/55436</a>
2	Рябов В.Д.	Химия нефти и газа.: учебное пособие. - 2, испр. и доп. - 336 с.	Москва Москва	Издательство "ФОРУМ" ООО «Науч.-изд. центр ИНФРА-М»	2014	Электронный ресурс <a href="http://znanium.com/catalog/product/423151">http://znanium.com/catalog/product/423151</a>
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Ларичев Т.А.	Геохимия окружающей среды	Москва	КемГУ	2013	Электронный ресурс <a href="https://e.lanbook.com/book/44357">https://e.lanbook.com/book/44357</a>
<b>Периодические издания</b>						
1						

Для освоения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляются основная и дополнительная учебная литература в виде электронного документа в фонде библиотеки и / или в электронно-библиотечных системах. А также предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования.

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Таблица 7

**Информационные ресурсы научной библиотеки**

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
	<a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Авторизованный доступ
	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека elibrary.ru	Авторизованный доступ
	<a href="http://nglib.ru">http://nglib.ru</a>	ЭБ «Нефть и газ»	Авторизованный доступ
		Гарант	Локальная сеть
		Консультант+	Локальная сеть

Таблица 8

**Информационные ресурсы интернет-сайтов**

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование сайта
	<a href="http://klopotow.narod.ru/minerals/index.htm">http://klopotow.narod.ru/minerals/index.htm</a>	Иллюстрированный справочник-определитель минералов
	<a href="http://geo.web.ru/">http://geo.web.ru/</a>	Неофициальный сервер геологического факультета МГУ (библиотека, словари, статьи)
	<a href="http://www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html">http://www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html</a>	Геологическая «машина времени» (стратиграфия и тектоника геологических эпох) – на английском языке

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Таблица 9

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования		Уч. корпус/ № кабинета	Вид работ (лекции, практики, лабораторные)
		ТСО и компьютерной техники (их количество)	Наименование оборудования, приборов и т.п. (их количество)		
1	учебная аудитория	ПК	ПК	1/338	лабораторные
2	учебная аудитория	ПК	ПК	1/339	лабораторные

## 9. Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу

### 1. Дополнения изменения в рабочей программе

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_;
- 3) \_\_\_\_\_.

### 2. Разработчик (и)

\_\_\_\_\_

(ученое звание, ученая степень)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И. О. Фамилия)

### 3. СОГЛАСОВАНО:

3.1 Руководитель ОПОП по направлению подготовки/специальности

\_\_\_\_\_

(ученое звание, ученая степень)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И. О. Фамилия)

### 3.2 Курс лидер

\_\_\_\_\_

(ученое звание, ученая степень)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И. О. Фамилия)

4. Изменения, внесенные в рабочую программу, одобрены на заседании учебно-методического совета \_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.  
(институт) (дата)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Методические указания  
для проведения практических работ по учебной дисциплине**

Химия нефти и газа

*Направление подготовки  
21.03.01 Нефтегазовое дело*

*Направление (профиль): Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти*

Форма обучения  
Очно-заочная

Год набора 2019

**Лабораторная работа № 1.** Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях. Характеристика параметров и свойств нефтей и нефтепродуктов, анализируемых в соответствии с методиками Госстандарта (ГОСТ)

**Цели работы:** 1) усвоение правил работы лабораторий аккредитованных в системе ГОСТ Р и в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров); 2) ознакомление со структурой и содержанием нормативных документов (ГОСТ и ТУ) на качество и безопасность нефти и нефтепродуктов.

**Задание по теме:** Изучить государственные и отраслевые стандарты (ГОСТ), Технические условия (ТУ) на нефть или нефтепродукты, предоставленные преподавателем. Составить краткий конспект показателей качества и безопасности продукции. Составить (по вариантам) направление (задание) в лабораторию – на исследование нефти, газа или нефтепродуктов.

**Задания по вариантам:**

**Вариант 1.**

**Задание А.** На основании изучения текста ГОСТ 51858-2002 определить объем приемо-сдаточных лабораторных испытаний для партий нефтей отправляемых на предприятия РФ и на экспорт.

**Задание Б.** Установить качественную характеристику образцов нефти, поставляемой предприятиям РФ или на экспорт, согласно её классификации по ГОСТ 51858-2002:

Нефть 3.3.3.2 ГОСТ 51858-2002

Нефть 1.1э.2.1 ГОСТ 51858-2002

Ответить на вопрос: может ли указанная во втором случае нефть отправляться на экспорт, согласно требованиям ГОСТ 51858-2002?

**Вариант 2.**

**Задание А.** На основании изучения текста ГОСТ 51858-2002 определить объем периодических лабораторных испытаний для партий нефтей отправляемых на предприятия РФ и на экспорт.

**Задание Б.** Установить качественную характеристику образцов нефти, поставляемой предприятиям РФ или на экспорт, согласно её классификации по ГОСТ 51858-2002:

Нефть 2.0.2.1 ГОСТ 51858-2002

Нефть 1.0э.1.1 ГОСТ 51858-2002

Ответить на вопрос: может ли указанная во втором случае нефть отправляться на экспорт, согласно требованиям ГОСТ 51858-2002?

**Вариант 3.**

На основе изучения текста отраслевого стандарта ОСТ 153-39.2-048-2003 определить объем возможного *полного* исследования пластовой нефти добывающих скважин.

Составить направление (задание) в лабораторию – на исследование нефти Восточно-Каменного месторождения, скв. 6244, интервал перфорации 1614,3-1618,3 по *обязательному* комплексу физико-химических и термодинамических исследований. Форма направления (задание) в лабораторию произвольная, но должна включать:

1. Наименование технического задания
2. Содержание подрядных работ
3. Особые условия работ (например, особые температурные и барические условия хранения, подготовки проб, согласно ОСТ 153-39.2-048-2003 и т.п.)
4. Сроки выполнения работ
5. Формы, согласно ОСТ 153-39.2-048-2003, которые должны быть использованы при составлении отчета.

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок (например: Лабораторная работа 1. Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях.).

**Лабораторная работа № 2.** Отбор проб нефти и нефтепродуктов (ГОСТ 2517-85)

**Цель работы:** уяснение принципов отбора проб нефтей на месторождениях и объектах хранения и транспортировки.

**Задание по теме:**

1. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» (Приложение 1). В отчете по лабораторной работе кратко охарактеризовать аппаратуру, методы отбора проб нефти и нефтепродуктов, согласно предлагаемым вариантам заданий.

2. Выполнить индивидуальное задание по планированию отбора проб на месторождениях.

Методические указания к практической работе, включая цель работы, задание, теоретическую часть, порядок выполнения работы и представления результатов приведены в **методическом пособии, предоставляемом преподавателем и имеющемся в научной библиотеке ЮГУ:**

Коржов Ю.В. Лабораторные методы исследования нефти. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Ю.В. Коржов; М-во образования и науки Рос. Федер., ФГБОУ ВПО «Югор. гос. ун-т», Ин-т природопользования, каф. геологии. – Ханты-Мансийск: Ред.-изд. отд. ЮГУ, 2014. - 154

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок.

### ***Индивидуальные задания к лабораторной работе.***

#### **Вариант 1.**

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- вертикальных и горизонтальных резервуаров переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>2</sup> на Вадельпском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 2).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.

#### **Вариант 2.**

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- подземных и ледогрунтовых хранилищ переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>3</sup> на Западно-Салымском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 3).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.



### Вариант 3.

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- нефтеналивных судов, ж/д и авто- цистерн переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>1-2</sup> на Западно-Салымском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 4).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.

**Лабораторная работа № 3.** Изучение предоставленного методического материала «Химический состав нефти и газа». Письменная проверочная работа.

**Цель работы:** углубленное изучение химического состава нефти и газа.

**Задание по теме:** В развернутом плане указать основные элементы фракционного, группового и индивидуального (молекулярного) состава нефти. Описание должно быть иллюстрировано.

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

### **Индивидуальный, групповой и фракционный состав нефти, газа**

Нефть – это сложный природный коллоидный раствор углеводородов (УВ). В ее составе обнаружены сотни углеводородов различного строения, гетероатомные соединения.

Компоненты нефти находятся в постоянном подвижном термодинамическом равновесии. Происходит физическое и химическое взаимодействие частиц. Многие вещества, которые в обычном состоянии не смешиваются находятся в нефти в виде раствора за счет такого явления как соразстворение в промежуточных по свойствам веществах.

При рассмотрении химического состава нефтей чаще всего выделяют четыре уровня рассмотрения состава:

- **Фракционный состав** – важный показатель качества нефти. Позволяет определить количественный выход продуктов, выкипающих в разных интервалах температур. Фракционный состав определяют при лабораторной перегонке на стандартных установках. В нефти обычно выделяют следующие фракции, отличающиеся интервалами кипения:

Бензиновая – нк-140 <sup>0</sup> С Легроиновая – 140-180 <sup>0</sup> С Керосиновая – 140-220 <sup>0</sup> С (180-240 <sup>0</sup> С) Соляровая (дизельная или легкий газойль) – 180-350 <sup>0</sup> С	Светлые дистилляты, отгоняемые при атмосферном давлении (далее – разложение)
Остаток выше 350 <sup>0</sup> С называется мазутом, разгоняют под вакуумом, получая топлива или масла.	
Вакуумный топливный дистиллят (вакуум. газойль) – 350-500 <sup>0</sup> С Остаток – гудрон (асфальтовый дистиллят)– выше 500 <sup>0</sup> С	Тяжелое топливо
Цилиндровый дистиллят - 350-490 <sup>0</sup> С, в котором: - Трансформаторный (легкий масляный) – 350-420 <sup>0</sup> С - Машинный – 400-450 <sup>0</sup> С	Масла

- **Элементный состав.** Основные химические элементы из которых состоит нефть – углерод (83-87 %) и водород (11,5-14,5 %). Другие элементы присутствуют в гораздо меньших

концентрациях: сера менее 7 %, кислород до 4 %, азот менее 2 %, фосфор до 0,1 %. Имеются микроэлементы, в основном металлы – ванадий, никель, железо, цинк, вольфрам, ртуть, уран и др.

• **Групповой состав**, включающий:

Углеводороды – наиболее ценные компоненты нефти. Они формируют тело нефти и составляют в среднем от 50 до 80 % мас.

Гетероатомные соединения - это соединения, содержащие в своей молекуле, кроме углерода и водорода, другие элементы O, N, S, металлы.

Смолы – вязкие полужидкие компоненты, содержащие кроме углерода и водорода гетероатомы, т.е. азот, кислород, серу, металлы. Молекулы смол имеют молекулярную массу от 600 до 2000.

Асфальтены – твердые вещества нерастворимые в низкомолекулярных алканах. Это высококонденсированные структуры (фактически полимеры), молекулярная масса которых изменяется в пределах от 1500 до 10000.

В смолах и асфальтенах концентрируются почти все гетероатомные компоненты нефтей

Минеральные компоненты – содержащиеся в нефтях соли металлов и металлические комплексы – относят к микроэлементам нефтей.

Ароматические углеводороды (арены) содержатся в нефтях и органическом веществе пород в виде различных гомологических рядов (рис.7).

• **Индивидуальный молекулярный состав**, рассматривающий строение, состав отдельных молекул внутри каждой группы соединений.

Например, группа **углеводородов** включает в себя три главных класса: алканы, нафтены и ароматические УВ.

**Алкановые УВ** (алифатические, парафиновые, метановые)- предельные углеводороды общей формулы  $C_nH_{2n+2}$ . Структура – линейные или разветвленные цепи углеродных атомов, соединенных одинарной ковалентной связью. Ненапряженные ковалентные связи в атоме углерода образуют угол  $109,5^\circ$ , поэтому структуры алканов обычно изображают в виде зигзага. Среднее содержание в нефтях 25-30 % (не считая растворенных газов), в некоторых нефтях до 50 и даже 70 %.

**Нарисовать схематично молекулы соединений:**

Алканы нормального строения  $C_1-C_4$  – газы,  $C_5-C_{15}$  – жидкости,  $C_{16}$  и выше – твердые. Н-алканы в нефтях представлены гомологическим рядом  $C_5-C_{40-50}$ . Это химически наиболее инертные соединения, среди всех соединений нефти. С трудом окисляются хим. реагентами. В присутствии кислорода окисляются (горят) с выделением большого количества теплоты.

Алканы разветвленного строения (изоалканы). Преимущественно концентрируются в легких и средних фракциях нефтей. В основном это соединения с одним метильным боковым заместителем - метилалканы. Среди разветвленных алканов для геохимии нефти особый интерес представляет особый класс – изопреноидные УВ (изопренаны, изопреноиды). Структурной единицей таких соединений является изопреновый фрагмент  $(-CH_2-C(CH_3)-CH-CH_2-)$ . Среди изопреноидов в нефтях наиболее распространены и- $C_{19}H_{40}$  – пристан и и- $C_{20}H_{42}$  – фитан. Общее их содержание в нефтях достигает 1,5-2%.

**Циклоалкановые углеводороды** (цикланы, нафтены, циклопарафины) – насыщенные циклические углеводороды.

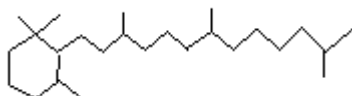
**Нарисовать схематично молекулы соединений:**

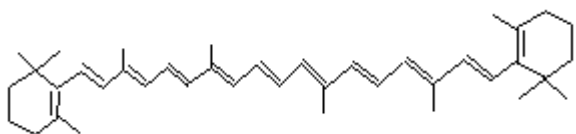
В нефтях нафтены представлены в основном пяти и шестичленными циклами. Молекулы нафтенных обычно содержат от 1 до 5-6 циклов в молекуле, а также 1 или несколько алкильных заместителей. Брутто-формула  $C_nH_{2n-2}$ . По физическим и химическим свойствам они близки к алканам.  $C_{3-4}$  – газы,  $C_{5-7}$  – жидкости,  $C_8$  и выше – твердые вещества. Химически инертны. Вступают в химические реакции при высоких температурах и в присутствии катализаторов. Содержание в нефтях колеблется в пределах 25-80 %. Нафтены присутствуют во всех фракциях нефтей.

Особую группу нефтяных цикланов составляют гибридные структуры. Часто они сохраняют в своей молекуле скелет исходных биомолекул. Их называют реликтовыми УВ или хемофоссилиями.

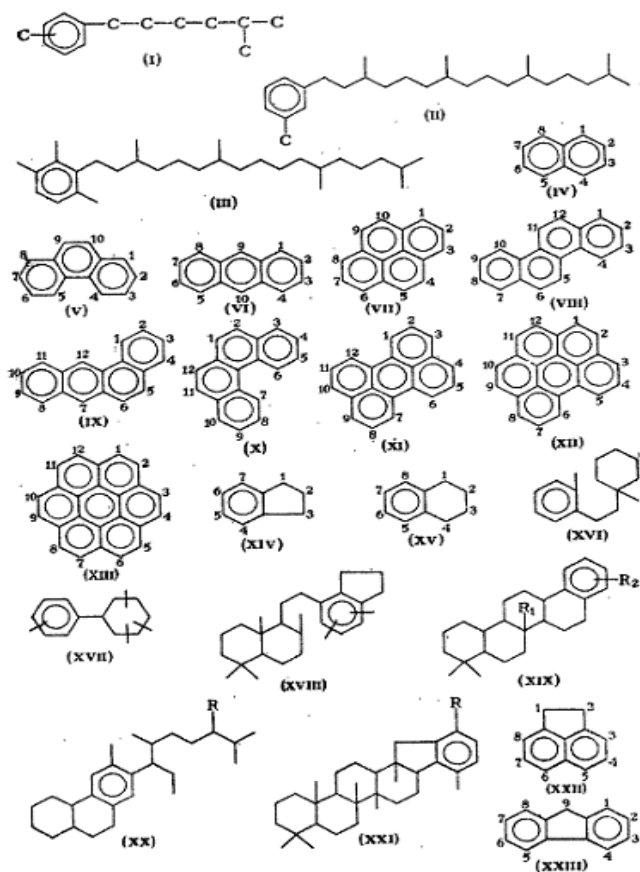
Примером гибридных реликтовой соединений являются структуры циклогексаны каротиноидной структуры:

1,1,3-триметил-2-алкилциклогексан





β-каротин  
гомол. ряд C<sub>10-24</sub>



**Ароматические углеводороды** (арены). Ядро молекулы аренов составляют шестичленные циклы с сопряженными двойными связями. Сопряженные связи между атомами углерода равнозначны и занимают промежуточное положение между одинарными и двойными. Брутто-формула C<sub>n</sub>H<sub>2n-m</sub> (m= 6, 12, 14, 16...). Содержание в нефтях изменяется в широких пределах от 15 до 50 %.

Арены представлены в нефтях бензолом и его гомологами. А также производными би-, три- и полициклических углеводородов. Среди ароматических широко распространены гибридные структуры, содержащие в молекуле не только алкильные заместители, но и насыщенные циклы (рисунок А).

Рис. А. Ароматические структуры, обнаруженные в нефти.

**Моноарены:** алкилбензолы, состава C<sub>10</sub>-C<sub>14</sub>, с алкильными цепями нормального и разветвленного строения (I-III);

**Биарены:** нафталин, его метилпроизводные C<sub>10</sub>- C<sub>14</sub> (IV);

**Триарены:** фенантрен, антрацен и их метилпроизводные C<sub>14</sub>-C<sub>16</sub> (V, VI);

**Полициклоарены:** пирен, хризен и их метильные производные (VII, VIII), полиароматические структуры (IX-XIII);

**Гибридные структуры:** индан, тетралины (XIV, XV), фенилциклогексилаканы (XVI, XVIII), фенилциклогексаны (XVII), арены, имеющие структуры близкие к биологическим молекулам (XVIII – XXI), аценафтены, флуорены (XXII, XXIII) и многие другие.

Группа **гетероатомных соединений** включает соединения, содержащие в своих молекулах, кроме углерода и водорода, такие элементы как O, N, S, металлы. Содержание этих элементов зависит от возраста и происхождения нефти. Основное количество гетероэлементов входит в состав смол и асфальтенов.

**Серосодержащие соединения.** Сера наиболее распространенный гетероэлемент в нефтях. Ее содержание колеблется от сотых долей процента до 14%. Нефти приуроченные к карбонатным отложениям наиболее богаты сероорганикой. Нефти терригенных (песчаных) отложений содержат их в 2-3 раза меньше.

В нефтях сера встречается в форме элементарной серы (раствор), сероводорода, меркаптанов, сульфидов, дисульфидов и производных тиофена.

**Кислородсодержащие соединения.** Не превышают в нефти 10 % - это кислоты, фенолы, кетоны, эфиры, лактоны, фурановые соединения.

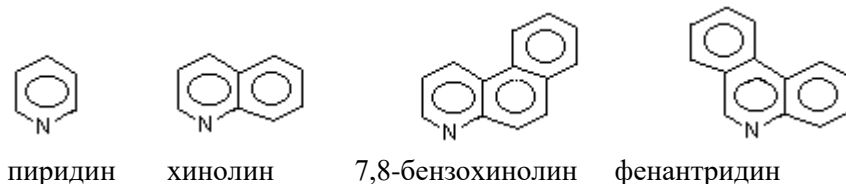
**Нарисовать схематично молекулы соединений (использовать материал лекций).**

Кислородсодержащие соединения присутствуют в дистиллятных фракциях. Их концентрация растет с ростом температуры кипения. И до 90-95 % всего кислорода сконцентрировано в смолах и асфальтенах.

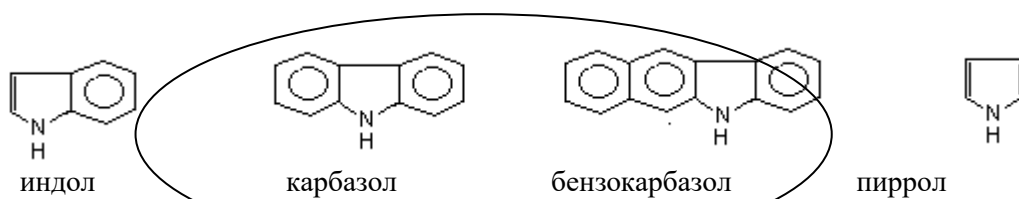
Количество кислородсодержащих тесно связано с геологическим возрастом нефти и характером вмещающих пород. С увеличением возраста нефти среднее содержание кислорода падает.

Азотсодержащие соединения. Содержание в нефтях низкое – до 1%. Сосредоточены в высококипящих фракциях, смолах и асфальтенах. В нефтях встречаются в основном две группы соединений: азотистые основания и нейтральные азотистые соединения.

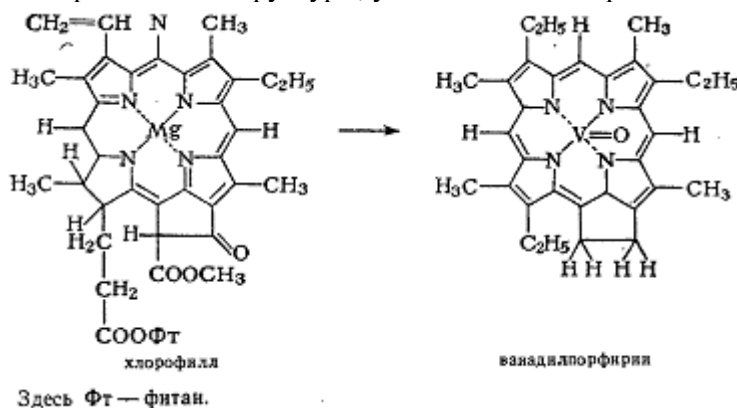
Азотистые основания – это пиридин и его ароматические гомологи с числом ароматических колец до 4-5.



Нейтральные азотистые соединения – алкилпроизводные индола, карбазола, бензокарбазола



Наиболее интересными структурами с точки зрения геохимии являются нефтяные порфирины. Это реликтовые структуры, указывающие на происхождение соединений нефти.



По строению молекулы порфирины похожи на хлорофиллин – порфириновый комплекс, входящий в состав хлорофилла.

Эти соединения содержат в молекуле 4 пиррольных кольца и встречаются в нефти в виде комплексов с  $VO^{2+}$  и Ni.

Минеральные компоненты нефти. Это соли металлов, металлоорганические соединения и комплексы. Минеральные компоненты относят к микроэлементам, т.к. их содержание в нефтях мало – от  $10^{-2}$  до  $10^{-8}$  %. В золе нефтей обнаружены металлы: щелочные и щелочноземельные (Li, Na, K, Ba, Ca, Sr, Mg), подгруппы меди (Cu, Ag, Au), цинка (Zn, Cd, Hg), бора (B, Al, Ga, In, Tl), ванадия (V, Nb, Ta), металлы переменной валентности (Ni, Fe, Mo, Co, W, Cr, Mn, Sn и др.). В состав анионов солей входят типичные неметаллы (S, P, As, Si, Cl...). В нефти соли металлов находятся в составе мелкодисперсных водных растворов, взвесей минеральных пород. К металлоорганическим соединениям относятся порфирины, которые связывают в своих комплексах до 20% ванадия и никеля нефтей. Более всего обогащена микроэлементами смолисто-асфальтеновая часть нефтей, особенно асфальтены.

Смолисто-асфальтеновые или высокомолекулярные (N, S, O) соединения. Концентрируются в тяжелых нефтяных остатках после перегонки – гудронах и битумах и составляют от 40 до 70% нефтяного остатка. Наиболее богаты смолами и асфальтенами молодые нефти (до 50 %) нафтеново-ароматического и ароматического основания. Древние парафинистые нефти содержат значительно меньше смол (до 2-4%) и совсем не содержат асфальтенов.

По молекулярному строению это высокомолекулярные компоненты ароматических и нафтено-ароматических рядов. Все молекулы смол и асфальтенов содержат гетероатомы N, O или S.

*Смолы* – вязкие малоподвижные жидкости темно-коричневого или темно-бурого цвета. Нестабильны, при выделении из нефти могут превращаться в асфальтены, т.е. перестают растворяться в алканах C<sub>5-8</sub>. Молекулярный вес в среднем от 700 до 1000 а.е.м.

*Асфальтены* – аморфные твердые вещества темно-бурого или черного цвета. Не плавятся не кипят при нагревании до 300<sup>0</sup>C и выше переходят в пластичное состояние или разрушаются с выделением газообразных продуктов и кокса (кристаллического углерода). Не растворяются в легких алканах C<sub>5-8</sub>. Молекулярный вес составляет около 2000 а.е.м.

Молекулы смол и асфальтенов – это сложные структурные сооружения:

- 1) Основной ячейкой является периконденсированный ароматический слой. Ароматические ядра имеют метильные и алкильные заместители. Сера находится в бензтиофеновых структурах, азот – в хинолиновых, кислород – в эфирных группах. Гетероатомы ослабляют и вносят дефект в ароматическую структуру.
  - 2) Отдельные ароматические слои налагаются один на другой, образуя *пакеты* или *кристаллиты*.
  - 3) Несколько кристаллитов могут образовывать *агрегаты* или *мицеллы* разных размеров
- В молекулах смол, по сравнению с асфальтенами, размер конденсированных ароматических ядер меньше. Поэтому уменьшается вероятность образования межмолекулярных связей и смолы не образуют кристаллиты или агрегаты.

**Лабораторная работа № 4.** Физико-химические характеристики нефти, газа и органического вещества пород. Определение относительных плотностей нефтей и нефтепродуктов.

***Цели работы:***

1. Освоить принципы ареометрического и пикнометрического методов определения плотности нефти и нефтепродуктов.
2. Ознакомиться с требованиями ГОСТ 3900-85 по определению плотности нефтепродуктов и оценке характеристик точности измерений.
3. Получить практические навыки определения плотности нефтепродуктов методом пикнометрии.

***Задание по теме:***

1. Изучить ГОСТ 3900-85 по определению плотности нефтепродуктов.
2. Законспектировать порядок определения плотности методом пикнометрии.
3. Провести определение плотности предоставленного образца нефти методом пикнометрии. Выразить плотность в г/см<sup>3</sup> и кг/м<sup>3</sup>.

Методические указания к практической работе, включая цель работы, задание, теоретическую часть, порядок выполнения работы и представления результатов приведены в **методическом пособии, предоставляемом преподавателем и имеющемся в научной библиотеке ЮГУ:**

Коржов Ю.В. Лабораторные методы исследования нефти. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Ю.В. Коржов; М-во образования и науки Рос. Федер., ФГБОУ ВПО «Югор. гос. ун-т», Ин-т природопользования, каф. геологии. – Ханты-Мансийск: Ред.-изд. отд. ЮГУ, 2014. - 154

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок.

**Лабораторная работа № 5.** Статистическая обработка геохимических данных при проведении многократных измерений

***Цели работы:***

1. Формирование у студентов теоретических представлений о точности результатов измерений, мировоззренческих подходов в вопросах получения и представления достоверной информации.
2. Выработка у студентов практических навыков работы с массивами геохимических данных, приемов их обобщения и представления.
3. Оценка метрологических характеристик точности получаемых геохимических данных при поиске и разведке нефтяных месторождений.

#### **Задание по теме:**

1. Внимательно изучить текст теоретического введения к работе. Составить краткий конспект.
2. Выполнить индивидуальное задание по оценке метрологических характеристик предложенных результатов исследования органического вещества пород.

### **Теоретическое введение**

Основными задачами статистической обработки результатов многократных измерений являются: 1) оценка правильности измеряемой величины ( $X$ ) и нахождение доверительного интервала ( $\pm\Delta$ ), в котором находится истинное значение; 2) повышение точности измерений с многократными наблюдениями.

Современный подход к измерению основан на понимании, что любой получаемый экспериментальный результат связан с реальным физическим объектом или явлением (содержание вещества, физико-химическое свойство объекта, энергетический потенциал и т. д.). Следовательно, любой результат замера, является *правильным*, отражающим свойство объекта. Однако, в силу действия множества случайных факторов, любая измеряемая величина в каждый момент времени – различна. То есть, при исследовании объекта может быть получено несколько *разных* значений измеряемого свойства и при этом все они правильны, но отклоняются друг от друга из-за случайных помех. Аппарат математической статистики позволяет установить, насколько полученный результат близок к истине (установить доверительный интервал значений измеряемой величины).

В современном обществе методами математической статистики оценивается точность работы всех измерительных инструментов. С помощью этих методов можно оценить правильность работы отдельных лабораторий (химических и физических), измеряющих станций (геофизических и др.), бригад (геодезических, пробоотборных), отдельных приборов. Для этого достаточно запустить в многократные измерения один и тот же образец или объект и статистически исследовать полученные результаты.

Особенно важна математическая оценка точности и достоверности измерений при исследовании неоднородных систем, какими являются геологические системы: горные породы, рудные тела, минеральные комплексы. Без оценки достоверности измерений геологические, геофизические и геохимические исследования не могут быть приняты Заказчиком и сданы в Фонды геологической информации РФ.

### **Статистическая оценка правильности измеряемой величины. Определения и общие положения**

В основе статистической оценки правильности измеряемой величины ( $X$ ) лежит ряд положений.

1. Истинное содержание компонента ( $X_{абс}$ ) в пробе всегда неизвестно. Мы можем лишь предполагать истинное значение измеряемого параметра. На практике, при многократном измерении, мы можем в среднем приблизиться к какой-то определенной величине, которую в математической статистике называют «**математическим ожиданием**»  $M(x)$  (или  $X_{ср}$ ), но в строгом понимании данная величина не является истиной (абсолютом). Это величина *наиболее близкая*, для данного уровня исследования, к истинному значению.

2. Точность измерений (диапазон отклонения, доверительный интервал точности) ( $\pm\Delta$ ) зависит от многих факторов: от класса точности применяемых приборов, методики

измерения, времени суток, исполнителя и т.д. Все эти факторы в приводят к накоплению отклонений (погрешностей) *систематических, случайных и грубых*.

3. Таким образом, измеряемая величина не является постоянной, результат измерения ( $X_i$ ) всегда варьирует, и в какой-то мере приближается к истине, следовательно, эта мера приближения должна быть оценена. Другими словами при измерении должны быть оценены *точность* (близость к истине), *правильность* (степень близости при измерении в одинаковых условиях) и *прецизионность* (степень близости при измерении в разных условиях) получаемых результатов.

4. Среднее  $X_{cp}$  (оно же  $M(x)$ ) из нескольких измерений всегда ближе к истинному значению ( $X_{абс}$ ), чем единичное измерение ( $X_i$ ). На практике проводят несколько параллельных измерений и определяют среднее арифметическое, которое принимают за *действительное значение* с указанием доверительных интервалов точности ( $X_{cp} \pm \Delta$ ).

Определения.

- *Систематическое отклонение* (систематическая погрешность) – отклонение, которое при повторных измерениях остается постоянным или закономерно изменяется. Знак данного отклонения от опыта к опыту не меняется. Оно только занижает или только завышает результат. Количественной характеристикой систематического отклонения является **правильность** измерения, обозначается  $\sigma_c$ . Она отражает близость к нулю систематического отклонения.
- *Случайное отклонение* (случайная погрешность) – при повторных измерениях изменяется случайным образом. Знак случайного отклонения в серии измерений меняется от опыта к опыту. Количественной характеристикой случайного отклонения является **прецизионность** измерения, обозначается  $\sigma(\Delta)$ . Она отражает близость друг к другу результатов измерений, выполненных в разных условиях. Еще его называют воспроизводимостью измерений.
- *Грубое отклонение* (грубая погрешность) относятся к разряду случайных, но значительно превышает ожидаемое при данных условиях, называется промахом. Обычно это грубая ошибка аналитика (потеря вещества при взвешивании и т.д.), отборщика проб (загрязнение пробы, смешивание двух и более проб и др.).
- *Сходимость измерений* – близость друг к другу результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях. Обозначается  $\sigma_{сх}$  и является частью прецизионности.
- *Точность результата измерений* – качество измерений, отражающее их близость к истинному значению измеряемой величины. Количественно величина точности включает в себя величины правильности и прецизионности, обозначается  $\Delta$ .  
 $\Delta = f(\sigma_c, \sigma(\Delta))$  или  $\Delta = f(\sigma)$ , где  $\sigma$  - генеральная совокупность стандартного отклонения математического ожидания результата
- Результат анализа – математическое ожидание измеряемой величины с учетом точности измерения, то есть  $M = M(x) \pm \Delta$

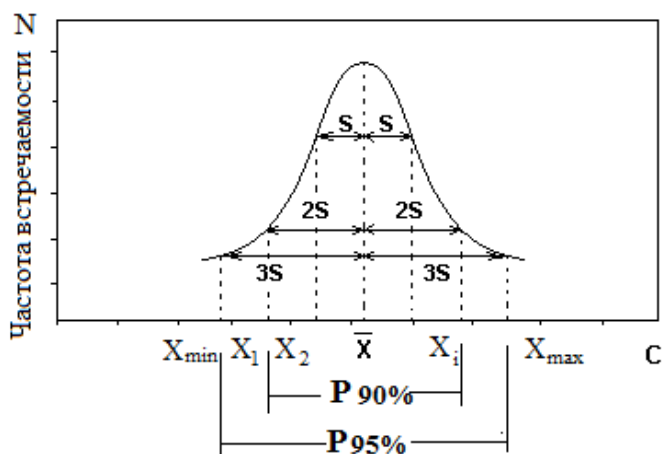
При любых измерениях проводимых в геологических, геофизических, геохимических исследованиях требуется оценка достоверности получаемых данных  $M(x)$ . Т.е., необходимо установить величины  $\sigma_c$ ,  $\sigma(\Delta)$ ,  $\sigma_{сх}$ , на их основе рассчитать значение  $\Delta$  и приписать его к измеряемой величине  $M = M(x) \pm \Delta$ . Только при выполнении данного условия появляется доверие к полученным результатам.

Как находят величины  $M(x)$ ,  $\sigma(\Delta)$ ,  $\sigma_{сх}$ ,  $\sigma_c$  и  $\Delta$ ?

1. Определение  $M(x)$ .

Отдельные результаты измерений  $x_1, x_2 \dots x_i$  рассеяны в некотором интервале от  $x_{min}$  до  $x_{max}$  называемом *размахом варьирования*. Этот размах может быть очень значительным (от  $-\infty$  (0) до  $+\infty$  (0)), включающим как достоверные, так и совершенно недостоверные значения (как результат грубых ошибок).

Так как все вероятные значения ( $P=100\%$ ) нельзя принять за достоверные, на практике размах варьирования ограничивают *доверительной вероятностью*  $P=90$  или  $P=95$ , то есть за правильные принимаются 90 или 95 % результатов, наиболее близких к среднему. Там и находится реальный размах варьирования от  $x_{min}$  до  $x_{max}$ .

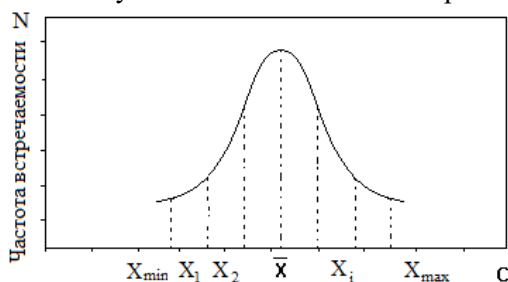


В исследованиях за математическое ожидание измеряемой величины обычно принимают среднее арифметическое из нескольких определений, находящихся в пределах принятой доверительной вероятности ( $P=90$  или  $P=95$ ):

$$M(x) = \frac{\sum x_i}{n} = \dots \text{ где } x_i \text{ – результат } i\text{-того измерения, } P_i \text{ – его вероятность (1/n)}$$

## 2. Определение $\sigma(\Delta)$ , $\sigma_{cx}$ , $\sigma_c$ , $\Delta$ .

Каждое отдельное измерение отклоняется от среднего на величину  $d_i = x_i - M(x)$  которая называется *случайным отклонением*. Совокупность всех вариантов измеряемой величины укладывается в вероятностную кривую, а *площадь* которую очерчивает эта кривая включает всю совокупность случайных отклонений измеряемой величины и частоту их появления.



Поэтому, чтобы учесть все варианты случайных отклонений измеряемой величины нужно рассчитать **среднеквадратичное отклонение результатов**, полученных в одинаковых условиях  $\sigma_c$ , полученных в разных условиях  $\sigma(\Delta)$ , и на основе этого рассчитать стандартное отклонение результата  $\Delta$  по формуле:

$\Delta = 1,96 \sqrt{(\sigma^2(\Delta) + \sigma_c^2)}$ , где 1,96 - коэффициент Стьюдента  $t_\alpha^n$  для генеральной совокупности определений. Коэффициент Стьюдента зависит от числа измерений N, используемых в расчетах и доверительной вероятности P (обычно  $P=0,95$ ).

f	$t_\alpha^n$	f	$t_\alpha^n$	f	$t_\alpha^n$	f	$t_\alpha^n$
1	12.71	10	2.23	19	2.09	28	2.05
2	4.30	11	2.20	20	2.09	29	2.04
3	3.18	12	2.18	21	2.08	30	2.04
4	2.78	13	2.16	22	2.07	40	2.02
5	2.57	14	2.15	23	2.07	60	2.00
6	2.45	15	2.14	24	2.06	120	1.98
7	2.37	16	2.12	25	2.06		
8	2.31	17	2.11	26	2.06		
9	2.26	18	2.10	27	2.05		



Расчет  $\sigma$  - среднеквадратического отклонения (СКО) величины  $x_i$  от ее математического ожидания  $x_{cp}$  должно вестись по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

однако, на практике данная формула не применяется, так как требует использовать все возможные значения измерения, а это не возможно, так как их число бесконечно ( $\infty$ ).

На практике измерение проводят ограниченное число раз и на основе этого рассчитывают **S – стандартное СКО** или несмещенную оценку отклонения величины  $x_i$  от ее математического ожидания  $x_{cp}$

$$s = \sqrt{\frac{n}{n-1} \sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

Средняя величина  $x_{cp}$  является результатом совокупности  $n$  определений, но она тоже незначительно колеблется в зависимости от величины выборки  $n$ . Стандартное отклонение среднего оценивают по формуле (стандартное СКО измерений разделить на число определений  $S_x = S/\sqrt{n}$ . Т.о. для оценки стандартного СКО вычисляют среднюю квадратичную ошибку среднего ( $S_x$ ):

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_n - \bar{x})^2}{n * (n-1)}}$$

**Так мы оцениваем выборочное (стандартное) СКО случайного разброса.**

Пересчет величины **S** в ее генеральную совокупность  $\sigma$  производится по формуле

$\sigma = S \cdot \gamma(f)$ , где  $\gamma(f)$  – табличное значение, зависящее от числа определений. Чем меньше определений, тем менее надежно выборочное стандартное СКО (S) характеризует генеральное СКО  $\sigma$ . Эту ненадежность учитывает коэффициент  $\gamma(f)$  который определяется по таблице в зависимости от количества измерений  $f$ :

f	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\gamma(f)$	1,253	1,128	1,085	1,064	1,051	1,042	1,036	1,032	1,028	1,025	1,023	1,021
f	14	15	16	17	18	19	20	30	40	50	60	70
$\gamma(f)$	1,019	1,018	1,017	1,016	1,017	1,014	1,013	1,009	1,006	1,005	1,004	1,004

### Стандартный алгоритм статистической оценки точности ( $\Delta$ ) измеряемой величины

Наиболее верный подход в оценке правильности измеряемой величины заключается в постановке специальных экспериментов. В этих экспериментах выясняются реальные разбросы результата измерения в условиях *правильности и прецизионности* условий измерения. И затем на основе полученных значений  $\sigma_c, \sigma(\Delta)$  рассчитывают значение  $\Delta$ .

1. Эксперимент по выявлению  $\sigma_c$ .

В условиях правильности, то есть по-возможности одинаковых условиях (один прибор, один оператор, сходные погодные условия, возможно короткое время, одно и то же рабочее место...) на одном однородном объекте выполняют от 10 до 30 измерений ( $x_i$ ).

По всем полученным результатам рассчитывают их среднее арифметическое -  $M(x)$ . Считается, что в таких условиях отклонение среднего от математического ожидания минимальны. Рассчитывают стандартного СКО, смещением которого также пренебрегают, по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

Затем переходят к  $\sigma_c$  по формуле:

$\sigma_c = S \cdot \gamma(f)$ , используя  $\gamma(f)$  – табличное, в зависимости от числа определений.

2. Эксперимент по выявлению  $\sigma(\Delta)$ .

В условиях прецизионности, то есть по-возможности разных условиях (несколько приборов, разные операторы, разные погодные условия, разные дни, разные рабочие места, лаборатории...) на одном однородном объекте получают от 20 до 30 результатов измерения ( $x_{cp}$ ), при этом каждый результат получают строго по методике как среднее арифметическое из 2-5 параллельных измерений ( $x_i$ ). Затем из всех результатов ( $x_{cp}$ ) находят среднее средних  $\bar{\bar{x}}$  и рассчитывают стандартное СКО, учитывая отклонение среднего, по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_n - \bar{x})^2}{n * (n - 1)}}$$

Затем переходят к  $\sigma(\Delta)$  по формуле:

$\sigma(\Delta) = S \cdot \gamma(f)$ , используя  $\gamma(f)$  – табличное, в зависимости от числа измерений.

3. Расчет  $\Delta$ .

Рассчитывают характеристику точности результата  $\Delta$  по формуле:

$\Delta = 1,96 \sqrt{(\sigma^2(\Delta) + \sigma_c^2)}$ , где 1,96 - коэффициент Стьюдента  $t_{\alpha}^n$  для генеральной совокупности определений.

4. Приписывают характеристику точности  $\Delta$  ко всем результатам получаемым по данной методике при использовании данного типа оборудования ( $M(x) \pm \Delta$ ).

### Упрощенный алгоритм статистической оценки точности ( $\Delta$ ) измеряемой величины

Иногда, из-за недостатка времени и ресурсов, нет возможности проводить полноценные эксперименты по выявлению характеристик правильности. Тогда для выявления величин погрешности используют результаты измерения образцов в процессе текущей работы. Результаты должны быть получены в строгом соответствии с методикой с соблюдением всех параллельных измерений. При таком подходе можно выявить часть прецизионности, называемую *сходимость* ( $\sigma_{cx}$ ), и из нее, по специальным правилам приблизительно оценить правильность ( $\Delta$ ).

1. Эксперимент по выявлению  $\sigma_{cx}$ .

При выполнении текущей измерительной работы несколько образцов (объектом), обычно это каждый 5-й или 10-й образец (объект), направляют на повторное исследование. Желательно чтобы эти образцы различались по измеряемым значениям не более чем в 2-4 раза, то есть находились в пределах одного порядка.

Для каждого результата  $x_{cp}$  (из 2-5 параллельных измерений  $x_i$ , согласно методике) рассчитывают стандартное СКО по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2};$$

Затем рассчитывают среднее СКО, в соответствии с количеством повторных исследований ( $L$ ), находящихся в одном диапазоне значений:

$$S_{cx} = \sqrt{(\sum s^2 / L)}$$

Затем переходят к  $\sigma_{cx}$  по формуле:

$\sigma_{cx} = S_{cx} \cdot \gamma(f)$ , используя  $\gamma(f)$  – табличное, в зависимости от числа исследований ( $L$ ).

## 2. Расчет $\sigma(\Delta)$ , $\sigma_c$ и $\Delta$ .

Показатель прецизионности (случайного отклонения)  $\sigma(\Delta)$  определяют по приближенной формуле

$$\sigma(\Delta) = 1,5\sigma_{сх.}$$

Показатель правильности (систематического отклонения)  $\sigma_c$  принимаем не значимым ( $\sigma_c = 0$ ) на фоне случайного отклонения.

Характеристика точности результата  $\Delta$  рассчитывается по формуле:

$$\Delta = 1,96 \sqrt{(\sigma^2(\Delta))}$$

3. Приписывают характеристику точности  $\Delta$  ко всем результатам получаемым по данной методике при использовании данного типа оборудования и *находящимся в исследуемом диапазоне измерений* ( $M(x) \pm \Delta$ ).

### **Варианты представления характеристики точности ( $\Delta$ ) измеряемой величины**

Величина точности ( $\Delta$ ) результата измерения, находимая по стандартному или упрощенному алгоритму представляет собой интервальную оценку. Она имеет ту же размерность, что и результат измерения, например  $854 \pm 2$  кг/м<sup>3</sup> или  $0,100 \pm 0,013$  Па. Такое представление удобно, если точностной интервал принят постоянным для всего диапазона значений, например для диапазона 850-1000 кг/м<sup>3</sup> точность определения составляет  $\pm 2$  кг/м<sup>3</sup>. Тогда для меньших значений из данного диапазона точность будет хуже ( $850 \pm 2$ ), чем для больших значений ( $1000 \pm 2$ ) при одной точности измерения.

Иногда такой подход правилен, особенно когда мы получаем значения на границах диапазона. Но чаще считают что в пределах диапазона все результаты получают с равной точностью. Тогда лучшим выходом является перевести интервальную оценку точности в относительную форму таким образом:

$$\delta\% = \frac{\Delta}{\bar{X}} \times 100 (\%), \text{ где}$$

$\delta\%$  - относительный доверительный интервал точности (или относительная погрешность);

$\bar{X}$  - среднее значение в измеряемом интервале.

При такой форме представления точности результат может быть записан с относительной точностью, например  $854 \pm (0,2\%)$  кг/м<sup>3</sup>. Или точность можно пересчитать в интервальное значение  $854,0 \pm 1,7$  кг/м<sup>3</sup>, где  $1,7 = 854 \cdot 0,2/100$ .

При записи окончательного результата значения записывают до той значащей цифры, в которой наблюдаются изменения в параллельных определениях. Количество значимых десятичных знаков в показателе точности ( $\Delta$ ) не должно быть больше двух. Например, получилось  $1,64 \pm 0,413$  (мг/кг), надо записать  $1,64 \pm 0,41$  (мг/кг) или  $1,6 \pm 0,4$  (мг/кг).

### ***Индивидуальные задания к лабораторной работе.***

#### Вариант 1.

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,00-0,10 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводов (Таблица Б) определить точность анализа n-алканов в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

#### Вариант 2.

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,101-0,200 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводов (Таблица Б) определить точность анализа n-алкилбензолов в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

Вариант 3.

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,201-0,300 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводов (Таблица Б) определить точность анализа «нафталинов+фенантронов» в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

Ход работы, расчеты, применяемые формулы сопровождать текстовыми пояснениями.

Результаты расчетов можно представить табличной форме, например:

Группа УВ, образец	$X_{cp}$ , мг/кг	$\Delta X$ , мг/кг	$S^2 = \frac{\sum(X_i - X_{cp})^2}{(N-1)}$	N	$\sigma_{cx} = S_{cx} \cdot \gamma(f)$	$\sigma(\Delta_B) \approx 1,5\sigma_{cx}$	$\Delta = 1,96\sqrt{\sigma^2(\Delta_B)}$	$\delta, \%$
Н-алканы								

Таблица А

Данные двукратного определения n-алканов в образце Б7 -04п+ал

Н-алканы, с числом атомов С в молекуле	Концентрация в породе, мг/кг		$X_{cp}$	$ \Delta X $	$S = \sqrt{\sum(X_i - X_{cp})^2 / (N-1)}$
	определение 1	определение 2			
C <sub>10</sub>	0,000	0,000			
C <sub>11</sub>	0,049	0,019			
C <sub>12</sub>	0,194	0,145			
C <sub>13</sub>	0,353	0,292			
C <sub>14</sub>	0,342	0,275			
C <sub>15</sub>	0,209	0,225			
C <sub>16</sub>	0,231	0,234			
C <sub>17</sub>	0,160	0,212			
C <sub>18</sub>	0,184	0,226			
C <sub>19</sub>	0,118	0,135			
C <sub>20</sub>	0,146	0,132			
C <sub>21</sub>	0,119	0,148			
C <sub>22</sub>	0,160	0,152			
C <sub>23</sub>	0,214	0,236			
C <sub>24</sub>	0,216	0,200			
C <sub>25</sub>	0,316	0,331			
C <sub>26</sub>	0,238	0,233			
C <sub>27</sub>	0,311	0,329			
C <sub>28</sub>	0,192	0,176			
C <sub>29</sub>	0,274	0,274			
C <sub>30</sub>	0,120	0,135			

C <sub>31</sub>	0,135	0,141			
C <sub>32</sub>	0,060	0,063			
C <sub>33</sub>	0,102	0,107			
C <sub>34</sub>	0,035	0,036			
C <sub>35</sub>	0,115	0,104			
C <sub>36</sub>	0,028	0,021			
Сумма н-алканов	4,622	4,582			

Таблица Б

Результаты первичного и повторного определения суммарных концентраций групп углеводов в образцах пород

Шифр пробы	Концентрация групп углеводов в породе, мг/кг					
	Н-алканы	Н-лکیلбен- золы	Нафталины+ Фенантрены	Н-алканы	Н-лکیلбен- золы	Нафталины+ Фенантрены
	Первичное определение:			Повторное определение через 10 дней:		
Б7 4-2п	1,361	0,051	0,0280	1,215	0,043	0,0236
	Первичные определения:			Повторные определения через 3 месяца:		
Б7 -04п+ал	4,62	0,012	0,783	4,58	0,010	0,416
ЮЧ511 -2ар	4,93	0,077	4,184	6,69	0,072	2,624
СЧ480 -8п	4,40	0,071	3,108	4,90	0,076	2,150
Р765 7п	14,84	0,233	0,747	13,00	0,205	0,630
Р718 8п	0,72	0,008	0,091	1,05	0,011	0,086
Р718 4ар	1,63	0,020	0,347	2,01	0,022	0,231

**Лабораторная работа № 6.** Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов:

- химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты;
- решение задач. «Химическая характеристика растворов»

**Цель работы:** изучении закономерностей взаимодействия солей в растворах при смешивании двух видов воды и понимание возможности теоретического решения задач по прогнозированию и предотвращению солеотложения в призабойной зоне нефтеносных пластов

**Задание по теме:**

1. Изучить теоретический материал «Химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты. Решение задач».
2. Выполнить контрольную работу по решению одной из предоставленных задач

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

### **Химическая характеристика водных растворов. Основные понятия и расчеты**

В водных растворах протекают различные химические реакции: кислотно-основного взаимодействия, комплексообразования, и др. Для рассмотрения условий растворения и осаждения веществ в водных растворах важны понятия осаждения малорастворимых соединений и электролитическая диссоциация.

- Водный раствор – гомогенная система переменного состава, образованная двумя и более компонентами, один из которых – вода. Вода выступает растворителем, так как количественно преобладает в водном растворе.
- Электролитическая диссоциация – полный или частичный распад молекул растворенного вещества на катионы и анионы. Происходит (как правило) в полярных растворителях. При этом разрываются наиболее полярные ионные связи. Мерой диссоциации является  $\alpha$  – отношение количества диссоциированных на ионы

молекул к их исходному количеству в растворе. В зависимости от этой величины вещества классифицируют на сильные электролиты ( $\alpha \sim 1$ ) и слабые ( $\alpha \ll 1$ ). Если вещества склонны к образованию ковалентных связей, то они не полностью диссоциируют в растворах (переходные металлы Ag, Zn, Co ...)

### § 1. Выражение концентраций веществ в водных растворах

Раствор характеризуется составом и концентрацией компонентов. Концентрацию в аналитической химии растворов чаще всего выражают в моль/л (молярная концентрация) – количество вещества в молях в 1 л раствора, и обозначается как  $C(X^{\pm})$ , например,  $C(H^+) = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

- Моль – количество вещества, содержащее столько реальных или условных частиц, сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода-12.
- Реальные частицы – атомы, ионы, молекулы, радикалы, электроны и т.п.
- Условные частицы – дробное количество молекул, вступающих во взаимодействие в химической реакции, например,  $1/2H_2SO_4$ ,  $1/5KMnO_4$  и т.д.

Молярная концентрация вещества – величина, удобная в расчетах, так как она обозначает аналитическую или валовую, молярную концентрацию растворенного вещества, не зависимо от того, какие изменения оно претерпело при растворении (диссоциация, гидролиз и т.п.). Например в водном растворе серной кислоты содержатся продукты ее ступенчатой диссоциации:



и, хотя часть молекул кислоты продиссоциировала, это не отразилось на ее общей концентрации  $C(H_2SO_4)$  моль/л.

При изучении поведения вещества в водном растворе, нужно учитывать, что вещество может диссоциировать или гидролизироваться, что выражается в образовании дополнительных заряженных частиц. В стационарных условиях в течение определенного времени в растворе устанавливается равновесная концентрация всех частиц.

- Равновесная концентрация обозначается в квадратных скобках  $[B]$  моль/л, зависит от общей концентрации  $C(B)$  моль/л и связана с ней уравнением материального баланса:

$$C(H_2SO_4) = [H_2SO_4] + [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] \quad (3)$$

Однако это не полное уравнение материального баланса. Здесь учтены не все частицы. Необходимо соблюдать еще закон электронейтральности, когда сумма положительных зарядов в растворе равна сумме отрицательных. При этом принимается условие полной диссоциации веществ в растворе (если это условие не принять, расчеты сильно усложняются):

$$[H^+] = [HSO_4^-] + 2[SO_4^{2-}] + [OH^-] \quad (4)$$

Равновесная концентрация ионов  $H^+$  складывается из диссоциации кислоты и диссоциации воды, а  $OH^-$  ионов – только за счет диссоциации воды. Если заряд иона отличается от единицы, его концентрация в уравнении электронейтральности должна быть умножена на величину заряда, так как на один ион с зарядом  $Z$  при диссоциации образуется  $Z$  ионов с зарядом единица (или в химии говорят: один ион с зарядом  $Z$  эквивалентен  $Z$  ионам с зарядом единица). В данном случае удвоена концентрация  $SO_4^{2-}$  - иона.

### § 2. Теоретические представления о поведении веществ в растворах

В общем виде уравнение химической реакции представляют схемой:



где  $v$  – стехиометрические коэффициенты,  $B_1$  и  $B_2$  – исходные вещества,  $B_3$  и  $B_4$  – продукты реакции.

Для такой реакции важнейшей термодинамической характеристикой является ее **термодинамическая константа равновесия**:

$$K^0 = \frac{a_{B_3}^{v_3} \cdot a_{B_4}^{v_4}}{a_{B_1}^{v_1} \cdot a_{B_2}^{v_2}}, \quad \text{где } a \text{ – активность участников реакции.} \quad (6)$$

Величина этой константы показывает в какую сторону сдвинуто равновесие реакции (чем больше константа, тем больше сдвиг вправо).

Активность связана с концентрацией вещества  $C(B)$  (или  $[B]$ ) соотношением:

$$a = \gamma \cdot C(B), \quad \text{где } \gamma \text{ – коэффициент активности.} \quad (7)$$

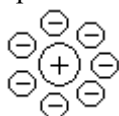
Коэффициенты активности зависят от концентрации и выражают меру взаимодействия частиц в растворе. Для очень разбавленных растворов и растворов неэлектролитов, где частицы не взаимодействуют, эти коэффициенты равны 1:

при  $C(B) \rightarrow 0$ ,  $\gamma \rightarrow 1$  и в этом случае

$$K = \frac{C(B_3)^{v_3} \cdot C(B_4)^{v_4}}{C(B_1)^{v_1} \cdot C(B_2)^{v_2}} \text{ - называется } \textbf{концентрационная константа равновесия} \quad (8)$$

Но если концентрации велики, частицы взаимодействуют и полностью не распадаются на ионы. Приходится это учитывать и коэффициенты активности увеличивают концентрацию до нужного уровня. Например, мы определили в растворе концентрацию иона  $SO_4^{2-}$ , но с учетом общей концентрации  $H_2SO_4$  мы должны увеличить концентрацию  $SO_4^{2-}$  на коэффициент  $\gamma$ , чтобы посчитать константы равновесия веществ в растворе.

Коэффициенты активности  $\gamma$  определяют экспериментально по растворимости малорастворимых соединений и заносят в справочные таблицы [2] или рассчитывают теоретически по теории Дебая-Хюккеля. Согласно этой теории ион в растворе рассматривается как заряженная частица, окруженная ионной атмосферой из преимущественно противоположно заряженных ионов и взаимодействие между ними имеет электростатический (кулоновский) характер.



Тогда коэффициент активности зависит от заряда иона и параметров ионной атмосферы:

$$\lg \gamma_i = -A \cdot z_i^2 \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right), \quad \text{где} \quad (9)$$

$A$  – теоретически вычисляемый коэффициент (для водных растворов при  $25^\circ C$   $A = 0,509$ );

$I$  – **ионная сила раствора** - в физическом смысле это объем и плотность ионной атмосферы вокруг заряженных частиц - вычисляется как полусумма произведений концентраций всех ионов в растворе на квадрат их заряда:

$$I = \frac{\sum C_i \cdot z_i^2}{2} \quad (10)$$

чем больше в растворе заряженных частиц, тем больше ионная сила раствора и тем больше частиц будут находиться в ионизированном (диссоциированном) состоянии.

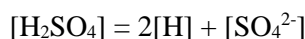
В разбавленных растворах ( $I \leq 10^{-2}$ ) коэффициент активности рассчитывается по предельному закону Дебая:

$$\lg \gamma_i = -A \cdot z_i^2 \sqrt{I} \quad (11)$$

Для растворов, где присутствуют катионы и анионы (а это всегда так) может быть определен средний ионный коэффициент активности  $\gamma_{\pm}$ :

$$\gamma^{\nu} = \gamma_+^{\nu_1} \cdot \gamma_-^{\nu_2} \quad \text{или} \quad \lg \gamma_{\pm} = -A \cdot |z_+ \cdot z_-| \sqrt{I} \quad (12)$$

где  $\nu$ ,  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  – стехиометрические коэффициенты в химической формуле электролита



Большая ионная сила раствора не означает, что малорастворимые соединения будут лучше растворяться. В растворах имеющих много заряженных частиц на растворимость соединений значительное влияние оказывает *зарядная характеристика реакции*. Что она из себя представляет:

Между термодинамической и концентрационной константами равновесия  $K^0$  и  $K$  можно установить связь путем логарифмирования уравнения (6) и сочетая его с уравнениями (7) и (9):

$$\lg K^0 = \lg K + \nu_3 \lg \gamma_3 + \nu_4 \lg \gamma_4 - \nu_1 \lg \gamma_1 - \nu_2 \lg \gamma_2 \quad (13)$$

(для простоты индекс  $\nu_n$  заменен на  $n$ )

Подставляя в (13) выражение для коэффициента активности (9) и упрощая, получаем

$$\lg K^0 = \lg K - A(\nu_3 z_3^2 + \nu_4 z_4^2 - \nu_1 z_1^2 - \nu_2 z_2^2) \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right) \quad (14)$$

Если выражение первой скобки обозначить за  $\Delta \nu z^2$ ,

$$\Delta \nu z^2 = \nu_3 z_3^2 + \nu_4 z_4^2 - \nu_1 z_1^2 - \nu_2 z_2^2 \quad (15)$$

уравнение (14) упростится:

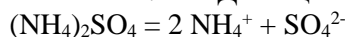
$$\lg K^0 = \lg K - A \Delta \nu z^2 \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right) \quad (16)$$

или

$$\lg K = \lg K^0 + A \Delta \nu z^2 \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right) \quad (17)$$

Величина  $\Delta \nu z^2$  называется *зарядной характеристикой реакции* и она определяет как будет влиять ионная сила на константу равновесия. Знак этой величины показывает будет ли диссоциация (растворение) слаборастворимого соединения увеличиваться или уменьшаться с ростом ионной силы. При  $\Delta \nu z^2 > 0$  ионная сила будет увеличивать диссоциацию, а при  $\Delta \nu z^2 < 0$  – уменьшать. Примеры.

1. Диссоциация соли сульфата аммония

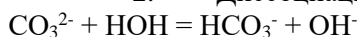


$$\Delta \nu z^2 = 2z_{\text{NH}_4^+}^2 + z_{\text{SO}_4^{2-}}^2 - z_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}^2 = 2 + 4 - 0 = 6$$



Константа диссоциации будет возрастать с ростом ионной силы раствора. Возрастание растворимости малорастворимых соединений в присутствии электролитов получило название солевого эффекта.

### 2. Диссоциация слабого основания НОН



$$\Delta v_z^2 = 1 + 1 - 4 = -2$$

Константа диссоциации будет уменьшаться с ростом ионной силы раствора.

### 3. Протонирование слабого основания



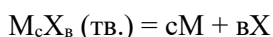
$$\Delta v_z^2 = 1 - 1 - 0 = 0$$

Т.е. от ионной силы раствора эта реакция не зависит.

## §3. Растворимость малорастворимых соединений и условие выпадения веществ в осадок.

При изучении поведения малорастворимого соединения на практике имеют дело с такой характеристикой вещества как **растворимость (S)**. Это та концентрация, выше которой вещество будет выпадать из раствора. Эту величину можно определить в специальных экспериментах, но они трудоемки, так как эта величина зависит от ионной силы раствора, зарядной характеристики и для каждого конкретного раствора нужно проводить эксперименты отдельно. Однако ее можно рассчитать теоретически исходя из общих принципов термодинамических расчетов.

Мы уже знаем, что равновесие диссоциации малорастворимого соединения в его насыщенном растворе (идет полная диссоциация) количественно выражается через константу равновесия:



$$K^0 = \frac{(a_M)^c \cdot (a_X)^b}{a_{M_c X_b}} \quad \text{или} \quad K^0 \cdot a_{M_c X_b} = (a_M)^c \cdot (a_X)^b = K_S^0 \quad (18)$$

Активность твердого соединения постоянна (равна 1) и оказывается внесена в константу равновесия. Полученная таким образом новая константа  $K_S^0$  получила название **термодинамическое произведение растворимости (или термодинамическое произведение активностей)**. Эта величина характеризует равновесную систему насыщенного раствора. Ее определяют и заносят в справочные таблицы (см. справочное приложение).

Так как здесь мы имеем дело с активностями, то эта же формула характеризует и общий случай равновесия системы насыщенный раствор-осадок. И связь с концентрацией раствора выражается так:

$$K_S^0 = (a_M)^c \cdot (a_X)^b = [M]^c [X]^b \gamma_M^c \cdot \gamma_X^b = K_S \cdot \gamma_M^c \cdot \gamma_X^b \quad (19)$$

Величину

$$K_S = [M]^c [X]^b \quad (20)$$

называют **концентрационным произведением растворимости**.

Эта величина, также как концентрационная константа равновесия зависит от ионной силы:

$$\lg K_S = \lg K_S^0 + A \frac{\Delta v_z^2}{1 + \sqrt{I}} \quad (-0,2I) \quad (21)$$

В выражении  $K_S = [M]^c [X]^b$ , когда растворы насыщены или перенасыщены, мы фактически имеем дело с величиной растворимости веществ S. И с помощью простых математических операций ее можно рассчитать через произведение растворимости. Так, в насыщенном растворе

растворимость соединения  $M_cX_b$  составляет  $S$  моль/л, а концентрация ионов  $[M] = [cS]$  и  $[X] = [bS]$ . Подставляем в уравнение (20), принимая, что для насыщенных растворов  $K_S = K_S^0$ :

$$K_S = K_S^0 = [cS]^c \cdot [bS]^b = c^c b^b S^{c+b},$$

где  $c$  и  $b$  – коэффициенты в молекулярной формуле  $M_cX_b$ .

Или

$$S = \left( \frac{K_S}{c^c b^b} \right)^{1/(c+b)} \quad (22)$$

То есть по этой формуле растворимость можно рассчитать по  $K_S$ . Например,  $K_S^0$  диссоциации оксалата серебра  $Ag_2C_2O_4$  равна  $3,5 \cdot 10^{-11}$ . Уравнение диссоциации:



по уравнению (22) находим растворимость:

$$S = (3,5 \cdot 10^{-11}/4)^{1/3} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

А если в растворе присутствуют другие ионы, то расчеты нужно вести с учетом ионной силы. Например по формуле (10) ионная сила раствора оказалась 0,6, тогда по уравнению (21):

$$\lg K_S = -10,46 + 0,509(2 \cdot 1^2 + 1 \cdot 2^2)(0,6^{1/2}/(1 + 0,6^{1/2}) - 0,2 \cdot 0,6) = -9,49,$$

$$S = (3,2 \cdot 10^{-10}/4)^{1/3} = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л},$$

то есть, из-за действия ионной силы растворимость возросла более чем в 2 раза.

Исходя из приведенной теории растворения малорастворимых соединений вытекает правило произведения растворимости и два условия выпадения осадка:

Правило произведения растворимости:

- Насыщенный раствор сохраняет постоянным произведение концентраций (активностей) ионов в соответствующих степенях.

Условия выпадения осадка:

- невозможно существование таких растворов, в которых концентрации (активности) ионов превышают термодинамическое произведение растворимости (табличное  $K_S^0$ ).
- если концентрация (активность) одного из ионов, входящих в выражение  $K_S$  увеличивается, то концентрация (активность) другого уменьшается, то есть он будет выводиться из раствора.

Примеры.

1. Произойдет ли выпадение осадка при смешивании одинаковых объемов растворов  $Na_2SO_4$  и  $Ca(NO_3)_2$  с концентрациями по 0,1 М каждый?: после смешения концентрация каждого иона уменьшится в 2 раза и будет составлять для ионов малорастворимого  $CaSO_4$ :  $[Ca^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 0,05$  моль/л. Их произведение равно  $5 \cdot 10^{-2} \times 5 \cdot 10^{-2} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ . (Предложить на самостоятельную работу решение данной задачи с полными расчетами, учитывая ионную силу раствора, так как действие ионной силы может привести к растворению соединений).

2. Произойдет ли осадкообразование при смешивании насыщенного раствора  $CaSO_4$  с насыщенным раствором  $CaCO_3$  в пропорции 1:1 при 15°C? Растворимость  $CaCO_3$  при 15°C равна  $9,8 \cdot 10^{-3}$  г/л, Растворимость  $CaSO_4$  при 15°C равна 1,996 г/л.

3. Согласно табличным данным, растворимость  $CaCO_3$  при 15°C составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г/100г воды. Как изменится растворимость  $CaCO_3$  при добавлении к 50 мл 0,0001М раствора  $CaCO_3$  100

мл 0,1 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Будет ли происходить солеотложение при  $15^\circ\text{C}$ ? При  $20^\circ\text{C}$ , если растворимость  $\text{CaCO}_3$  при этой температуре составляет  $9,8 \cdot 10^{-4}$ ?

Решение идет в несколько стадий:

а) переведем растворимость  $\text{CaCO}_3$  в моль/л. Моль  $\text{CaCO}_3$  равен 100 а.е.м., следовательно ее растворимость при  $15^\circ\text{C}$  составляет  $1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л ( $S_{\text{табл}} = 9,9 \cdot 10^{-5}$ ). Исходный раствор  $\text{CaCO}_3$  будет насыщен без солеотложения.

б) Рассчитаем ионную силу раствора после смешивания, учитывая, что концентрация ионов оказалась следующая:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,0001/3 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$2[\text{Na}^+] = 2 \cdot 0,1 \cdot 2/3 = 0,134 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,067 + 0,0001/3 = 0,067 \text{ моль/л (округлено)}$$

$$I = \frac{\sum C_i \cdot z_i^2}{2} = (3,3 \cdot 10^{-5} \cdot 2^2 + 0,134 + 0,067 \cdot 2^2)/2 = (1,3 \cdot 10^{-4} + 0,134 + 0,268)/2 = 0,201$$

с) Произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$  при  $15^\circ\text{C}$  для двухкомпонентного раствора, согласно табличным данным, составляет  $K_s^0 = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 9,9 \cdot 10^{-9}$ . При добавлении второго раствора ионная сила раствора изменилась, что сказалось на произведении растворимости  $\text{CaCO}_3$ :

$$\lg K_s = \lg K_s^0 + A \Delta v z^2 \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right) =$$

$$= -8,01 + 0,509(1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^2)(0,201^{1/2}/(1 + 0,201^{1/2}) - 0,2 \cdot 0,201) =$$

$$= -8,01 + 0,509 \cdot 8((0,448/1,448) - 0,0897) = -8,01 + 0,895 = -7,115$$

$$\text{Отсюда } K_s = 7,7 \cdot 10^{-8}$$

д) Рассчитываем растворимость  $\text{CaCO}_3$ , согласно уравнению (22):

$$S = \frac{K_s}{c^c v^b} = \frac{7,7 \cdot 10^{-8}}{1} = 7,7 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$$

Как видим растворимость  $\text{CaCO}_3$  немного возросла за счет ионной силы

е) Однако правило сохранения произведения растворимости гласит, что при добавлении одноименного иона, концентрация другого должна пропорционально уменьшиться.

То есть в систему добавили  $\text{CO}_3^{2-}$  ионы при одновременном разбавлении ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Концентрация  $[\text{CO}_3^{2-}]$  достигла 0,067М, тогда, исходя из произведения растворимости:

$$K_s = 7,7 \cdot 10^{-8} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}],$$

концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  должна составить:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 7,7 \cdot 10^{-8}/0,067 = 1,15 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л,}$$

а у нас концентрация  $[\text{Ca}^{2+}]$  больше ( $3,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л), следовательно будет проходить солеотложение.

Таким образом, не смотря на возросшую растворимость кальцита за счет ионной силы, в данной системе будет уменьшаться растворимость  $\text{CaCO}_3$  за счет добавления одноименных ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Чтобы солеобразование не проходило можно применить различные приемы:

1. смешивать растворы с разноименными ионами;

2. добавляя одноименные ионы, связать часть из них, добавив некоторое количество третьей соли, не содержащей одноименных ионов;
3. дополнительно ввести другие одноименные ионы (в нашем случае  $\text{Ca}^{2+}$ ).

### Задачи для самостоятельного решения

#### Задача 1

Произойдет ли выпадение осадка при смешивании одинаковых объемов растворов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  с концентрациями по 0,1 М каждый? Для  $\text{CaSO}_4$ :

- при  $10^\circ\text{C}$  справочное  $K_S^0 = 6,1 \cdot 10^{-5}$ ;
- при  $25^\circ\text{C}$  справочное  $K_S^0 = 1,3 \cdot 10^{-4}$

#### Задача 2

Произойдет ли осадкообразование при смешивании насыщенного раствора  $\text{CaSO}_4$  с насыщенным раствором  $\text{CaCO}_3$  в пропорции 1:1 при  $15^\circ\text{C}$ ?

Растворимость  $\text{CaCO}_3$  при  $15^\circ\text{C}$  равна  $9,8 \cdot 10^{-3}$  г/л раствора;

Растворимость  $\text{CaSO}_4$  при  $15^\circ\text{C}$  равна 1,996 г/л раствора.

**Лабораторная работа № 7.** Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов:

- вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству. ОСТ 39-225-88

**Цель работы.** На основании изучения отраслевой нормативной документации, практическое выполнение студентами работ по оценке качества воды и разработке рекомендаций по подготовке воды, предназначенной для закачивания в пласт в системе ППД конкретных месторождений.

#### Задание по теме.

1. Изучить текст отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».
2. Выполнить предлагаемые варианты заданий.

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

При разработке нефтяных месторождений для водоснабжения системы ППД предприятиями предусмотрено использование в качестве рабочего агента **пресных подземных вод (ПВ)** доступных водоносных комплексов. Для водоснабжения системы ППД добыча подземных вод ведется и проектируется за счет систем групповых водозаборов, рассредоточенных по площади нефтяного месторождения. Потребность в подземных водах определяется объемами извлекаемых флюидов и может составлять десятки тысяч  $\text{м}^3$  воды в сутки.

Для обеспечения данных работ нефтедобывающее предприятие должно:

- А. произвести оценку запасов пресных подземных вод на водозаборных участках;
- В. оценить качество (пригодность) воды для заводнения нефтяных пластов;
- С. определить совместимость закачиваемой воды с пластовой водой и породой.

А. Оценка запасов пресных подземных вод на водозаборных участках производится на основе анализа геолого-гидрогеологических условий района работ, данных опыта разведки и эксплуатации соседних водозаборов и месторождений пресных подземных вод, с проведением опытно-фильтрационных работ. В комплексе, работы позволяют определить запасы целевого водоносного комплекса в тыс.  $\text{м}^3/\text{сутки}$  – как сумма производительности всех водозаборных скважин, то есть выяснить удовлетворяют (или не удовлетворяют) подсчитанные запасы ПВ заявленную потребность в воде для водоснабжения объектов систем ППД.

В. Оценку качества воды для заводнения нефтяных пластов проводят на основании требований отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству»

С. Определение совместимости закачиваемой воды с пластовой водой и породой может быть проведено двумя независимыми (или комплексированными) способами. Один представляет собой расчетный метод определения совместимости закачиваемых и пластовых вод по кальциту и гипсу – ОСТ 39-229-89. Второй – экспериментальный метод сравнения коэффициентов

водопроницаемости образцов пластовых пород до и после взаимодействия закачиваемой воды с пластовой водой и породой в поровых каналах – ОСТ 39-228-89

Оценку качества воды для заводнения нефтяных пластов проводят на основании требований отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству». Стандарт устанавливает основные требования к качеству воды для заводнения нефтяных пластов и включает рекомендации по подготовке воды для закачивания в пласт.

### Задания к лабораторной работе

#### Вариант 1А

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88, указать допустимые характеристики воды для закачивания в пласт ЮС<sub>1</sub> в системе ППД Средне-Угутского месторождения.

Литолого-петрофизические характеристики пластов ЮС<sub>1</sub>. Породы терригенные, поровые. Представлены переслаиванием мелко - и среднезернистых песчаников и алевролитов. Литологическое замещение песчаников глинами проходит по всему западному и восточному крыльям структуры, отделяя месторождение от Угутского, и на западе - от Западно - Угутского. Залежи относятся к литологически экранированному типу.

Толщина песчано - алевролитовых пород изменяется от 1 м (скв. 318) до 19,5 м (скв. 108Р), в среднем составляя 7,3 м. Нефтенасыщенная толщина пласта по скважинам изменяется от первых метров до 12,4 м (скв. 58Р), средняя по пласту 5,7 м.

Коэффициент песчаности изменяется от 0.1 до 0.8, в среднем составляет 0,36. Среднее значение коэффициента расчлененности равно 3.5, в т.ч. в контуре нефтеносности 2,9. В целом пласт имеет прерывистое строение, средняя толщина пропластков составляет 1,4 м.

В пределах нефтенасыщенной зоны пласт имеет близкое к монолитному строение, толщина песчаных прослоев изменяется от 0,6 до 10,4 м, в среднем составляет 3,3 м. По разрезу данный пласт достаточно однороден, неоднородность имеет площадной характер и связана с процессами литолого - фациального замещения (глинизации).

Коллекторские свойства пласта улучшаются к югу.

Средневзвешенные параметры пластов Средне - Угутского месторождения следующие:  
для пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>

- коэффициент продуктивности - 11,5 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>;
- удельный коэффициент продуктивности – 1,54 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>/м;
- гидропроводность составляет 61,9 Д\*см/сПз;
- проницаемость 0,117 мкм<sup>2</sup>.

для пласта ЮС<sub>1</sub><sup>2</sup>

- коэффициент продуктивности – 3,59 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>;
- коэффициент удельной продуктивности – 0.45 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>/м;
- гидропроводность составляет 6,25 Д\*см/сПз;
- проницаемость 0,0067 мкм<sup>2</sup>.

#### Вариант 2А

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88, указать допустимые характеристики воды для закачивания в пласт ВК1 в системе ППД Каменного месторождения.

Литолого-петрофизические характеристики пласта ВК1.

Пласт сложен алевролитистыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, алевролитистыми аргиллитами, неравномерно чередующимися между собой. Обломочная часть составляет 85-95%, средние размеры обломков 0.026-0.12 мм, форма полуокатанная, полуугловатая, отсортированность средняя. В единичных образцах при микроскопическом описании отмечается относительно “рыхлая” упаковка – не все зерна контактируют между собой. Обломочный материал представлен кварцем – 40-50%, полевыми шпатами – 25-40%, обломками пород – до 12%, слюдой 1-2%, аутигенными, аксессуарными минералами. Исследования структуры порового пространства в прокрашенных петрографических шлифах, как в песчаниках, так и в алевролитах показали, что в них присутствуют открытые поры (прокрашившиеся смолой) от 3 до 12%. Средняя пористость по пласту составляет 21.0%, а проницаемость – 22.5 мД.

#### Вариант Б

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88: 1) оценить качество ПВ, предлагаемых для закачивания в нефтяной пласт; 2) установить и рекомендовать

необходимые технологические приемы обработки воды для обеспечения системы ППД нефтяных пластов.

Характеристика подземных вод, предназначенных для обеспечения систем ППД Средне-Угутского месторождения.

При разработке нефтяного месторождения рабочим реагентом для обеспечения системы поддержания пластового давления технологической схемой предусмотрены пресные подземные воды олигоценового (атлым-новомихайловского) водоносного комплекса (ВК). В соответствии с проектными решениями эксплуатация продуктивного коллектора будет вестись системой групповых водозаборов. Система заводнения на основной залежи обращенная девятиточечная с плотностью 16 га / скв, на северной залежи трёхрядная с плотностью 16 га / скв.

По физическим свойствам подземные воды комплекса без запаха (0-2 балла), без вкуса (2 балла), с цветностью, преимущественно, от 10 до 45 градусов (в контрольных пробах цветность достигла 60<sup>0</sup> и свыше 100<sup>0</sup>), мутностью от 10 до 84 мг/дм<sup>3</sup>. По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные, с различным уровнем общей минерализации от 0,2 до 0,9 г/л. Содержание взвешанных частиц в водах атлым-новомихайловского ВК не стабильно (табл.В).

Таблица В

Показатели содержания взвешенных частиц в подземных водах атлым-новомихайловского ВК

п/п	Место отбора воды (№ куста/№ скв)	№ протокола	НД по опред. взвешенных частиц	Ед. изм.	Результаты анализа			Погрешность (+, -)	Примечание
					min	max	сред.		
1	30/2	52 от 18.10.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,70	6,20	3,45	0,2-1,9	Результаты опробования при освоении скважин
2	31/1	55 от 18.10.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,80	1,30	1,05	0,2-0,4	
3	32/1	33 от 17.08.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,20	2,70	1,45	0,1-0,8	
4	куст 30	358 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	85*			8,50	Результаты анализов по контрольному опробованию
5	куст 31	356 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	53*			5,30	
6	куст 32	359 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	48*			9,60	

\*Значения повышенного содержания взвешенных частиц (от 42 до 85мг/дм<sup>3</sup>) образуют хлопьевидные скопления при окислении двухвалентных ионов железа и марганца (образованию гидроокисного осадка способствовало истечение срока согласно требованиям ГОСТа 2761-84 со дня отбора пробы исполнителем работ).

Формирование минерализации вод происходит, в основном, за счет иона гидрокарбоната, его содержание составляет от 160 до 506 мг/дм<sup>3</sup> (более 90%). По результатам лабораторных исследований проб зафиксировано содержание макроионов: сульфат-ионы- 65 мг/дм<sup>3</sup>, ионы хлора – от 36 до 70-90 мг/дм<sup>3</sup>, ионы кальция 90 - 130 мг/дм<sup>3</sup>, магний до 100 и выше мг/дм<sup>3</sup>, суммарно Na +K более 300 мг/дм<sup>3</sup>.

По величине общей жесткости воды классифицируются (по О.А. Алекину) как мягкие и умеренно жесткие со значениями 2,3 - 5,8 мг-экв/ дм<sup>3</sup>, при преобладающем содержании кальция над магнием в 1-3 раза. Значения перманганатной окисляемости ПВ определены в диапазоне 2,2 – 5,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Щелочность природных вод составляет 3,0-6,3 мг\*экв/ дм<sup>3</sup>.

Органические вещества техногенного происхождения присутствуют в следующем составе: нефтепродукты 0,07-0,75 мг/дм<sup>3</sup>, фенолы – 0,006 – 0,14 мг/дм<sup>3</sup>, АПАВ – 0,03 – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>.

Азотсодержащие вещества (нитраты, нитриты) имеют концентрации значительно ниже питьевых нормативов (ПДК 45 и 3 мг/дм<sup>3</sup>), содержание аммонийного иона составило в пробах строительной откачки 1,7-4,6 мг/дм<sup>3</sup>, по результатам контрольного опробования < 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Состав неорганических веществ (Fe Mn As Al Se Si Be Cr Co B Cu Zn Br Pb Ni Cd Sr Mo Ba F I PO<sub>4</sub>) характеризуется содержанием от тысячных долей до первых десятков единиц. Повышенные значения относительно концентраций, нормируемых СанПиН 2.1.4.1074-01, отмечаются по содержанию бромидов, железа общего, кремнию, марганца и селена и соответствуют природной геохимической обстановке для территории Западной Сибири.

**Ход работы.**

1. Внимательно изучить текст отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».
2. Изучить полученные задания. Из предоставленной информации выбрать физико-химические характеристики подземной воды, необходимые для оценки ее качества для целей ППД, согласно требований ОСТ 39-225-88.
3. Из предоставленной информации по литолого-петрофизическим свойствам нефтенасыщенных пластов установить допустимое содержание в закачиваемой воде механических примесей и нефти.
4. Определить технологические приемы обработки воды для достижения необходимых показателей качества.
5. Полученные данные представить в виде текстового отчета о проделанной работе и таблицы по приведенной ниже форме (табл. 1).
6. Сделать вывод о соответствии (не соответствии) закачиваемой воды требованиям ОСТ 39-225-88. Пояснить наиболее критические несоответствия и дать предложения по их устранению.

*Например. Исходя из требований, установленных отраслевым стандартом, закачиваемые воды по содержанию железа не соответствуют ОСТ 39-225-88. Повышенное содержание железа в ПВ атлым-новомихайловского ВК, являющееся региональной особенностью, может быть нейтрализовано проведением операций добычи и закачки по закрытой схеме, при условии, когда другие показатели качества находятся в допустимых пределах.*

*Согласно требованиям ОСТ – 39-225-88 допустимое содержание нефти и механических примесей (КВЧ) в закачиваемой воде находится в зависимости от проницаемости пористой среды коллектора:*

*- нефтепродукты определены в количестве \_\_\_\_\_ мг/дм<sup>3</sup>;*

*- средние значения содержания механических примесей в воде по данным лабораторных исследований находятся в пределах \_\_\_\_\_ мг/дм<sup>3</sup>.*

*Для продуктивных пластов с  $K_{пр} = \text{_____ мкм}^2$  содержание нефтепродуктов и концентрация взвешенных частиц (КВЧ) для вод, закачиваемых в продуктивные пласты, соответствует допустимым нормам.*

*Из лимитирующих показателей в закачиваемых водах не определялись количество растворенного кислорода, коррозионная активность вод и ее способность вызвать набухаемость глинистых минералов продуктивных коллекторов.*

*Однако, по опыту закачки пресных подземных вод на нефтяных месторождениях района установлено, что набухание глинистых минералов в коллекторах не происходит, что можно прогнозировать при разработке месторождения нефти на Каменной площади.*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Фонд оценочных средств по учебной дисциплине (модулю)**

**К.М.01.06 ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА**

*Направление подготовки*  
*21.03.01 Нефтегазовое дело*

*Направление (профиль): Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти*

Форма обучения  
очно-заочная

Год набора 2019

Ханты-Мансийск  
2019 г.



**ПАСПОРТ**  
**фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
**Химия нефти и газа**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) модули дисциплины*	Контролируемые компетенции	Наименование оценочного средства	
			вид**	количество
1	<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b> Основные нефтегазоносные районы. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 1  вопросы к экзамену на собеседование
2	<b>Состав и свойства нефтей.</b> Элементный, фракционный, групповой и индивидуальный состав нефти.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 3  вопросы к экзамену на собеседование
3	<b>Классификации нефтей.</b> Современные химические и технологические классификации нефтей. Состав и свойства основных видов нефтепродуктов.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 2  вопросы к экзамену на собеседование
4	<b>Гипотезы происхождения нефти.</b> Классические гипотезы минерального и органического происхождения нефти. Новейшие представления об образовании нефти и газа. Представления об образовании основных классов углеводородов нефти.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 3  вопросы к экзамену на собеседование
5	<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b> Плотность. Молекулярная масса. Вязкость. Температура помутнения, кристаллизации, застывания. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Оптические свойства.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 4  вопросы к экзамену на собеседование
6	<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b> Перегонка и ректификация. Кристаллизация. Образование аддуктов и комплексов. Абсорбция, адсорбция и экстракция. Термодиффузия и диффузия через мембраны. Методы разделения нефти по группам веществ. Химические методы выделения веществ.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> Экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 2, 5  вопросы к экзамену на собеседование

7	<b>Методы исследования состава нефти и газа.</b> Определение элементного состава. Определение группового состава.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> Экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 2  вопросы к экзамену на собеседование
8	<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b> Хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы спектральных методов исследования. Возможности ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопии в исследовании нефти и газа.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 5  вопросы к экзамену на собеседование
9	<b>Термические превращения углеводов.</b> Термическая стабильность углеводов. Термические превращения углеводов в газовой и жидкой фазе. Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Промышленные процессы термической переработки нефти.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 6  вопросы к экзамену на собеседование
10	<b>Термокаталитические процессы превращения углеводов.</b> Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 7  вопросы к экзамену на собеседование
11	<b>Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке.</b> Гидроочистка. Гидрокрекинг.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 7  вопросы к экзамену на собеседование
12	<b>Методы очистки нефтепродуктов.</b> Адсорбционные методы очистки. Химические и каталитические методы очистки. Очистка с применением селективных растворителей.	ОПК-1	В соответствии с технологической картой балльно-рейтинговой системы <b>Текущий контроль:</b> <i>знать:</i> собеседование <i>уметь, владеть:</i> контрольная работа <b>Промежуточный контроль</b> экзамен	Вопросы для собеседования Реферат Контрольное задание 7  вопросы к экзамену на собеседование

\*Наименование тем (разделов) берут из рабочей программы дисциплины.

\*\*Информация по обеспечению: практических занятий, текущему и промежуточному контролю берут из рабочей программы дисциплины.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Вопросы для собеседования по темам для текущей аттестации по дисциплине  
«Химия нефти и газа»**

№ п/п	Наименование раздела/подраздела вопросы	Кол-во вопросов
1	<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b>	
	1. Какие возобновляемые природные источники энергии Вы знаете. Кратко охарактеризуйте их.	1
	2. Какие не возобновляемые природные источники энергии Вы знаете. Кратко охарактеризуйте их.	1
	3. Дайте количественную характеристику понятиям: «единица условного топлива», «нефтяной эквивалент»	2
	4. Каковы преимущества в использовании нефти и газа по сравнению с другими источниками энергии	1
	5. Как распределяются доказанные запасы нефти по регионам Мира	1
	6. Как распределяются доказанные запасы газа по регионам Мира	1
	7. Перечислите проблемы нефтяной и газовой отраслей Российской Федерации	2
2	<b>Состав и свойства нефтей.</b>	
	1. Из каких групп веществ и фракций состоит нефть	2
	2. Какие элементы входят в состав нефти	1
	3. Какие классы органических соединений составляют группу углеводородов нефти	1
	4. Что представляют собой нефтяные смолы и асфальтены	1
	5. Какими физическими и химическими свойствами обладают нефтяные парафины	1
	6. Какие соединения нефти относят к группе минеральных компонентов	1
	7. Какое влияние оказывают парафины, смолы и асфальтены на технологии добычи, хранения, транспортировки и переработки нефти. Как минимизировать (нейтрализовать) их негативное влияние.	4
3	<b>Классификации нефтей.</b>	
	1. Какие Вы знаете современные химические классификации нефтей. Для каких целей они служат?	1
	2. Какие Вы знаете современные технологические классификации нефтей. Для каких целей они служат?	1
	3. Какие показатели и параметры необходимо определить в товарной нефти, чтобы установить её номер (класс-тип-группа-вид) по ГОСТ 38.1197-80	1
	4. Что такое Crude oil assay? Какова основная задача анализа нефти методами ASTM.	1
	5. В каких случаях Crude oil assay выполняется по сокращенному (brief) и полному (full) перечню показателей. Чем отличаются данные типы исследований?	2
4	<b>Гипотезы происхождения нефти.</b>	
	1. Перечислите неорганические гипотезы нефтегазообразования, которые Вам известны. Охарактеризуйте основные положения гипотез: карбидная, космическая, эндогенного синтеза.	3
	2. Изложите основные положения органической гипотезы нефтегазообразования. Почему органическая гипотеза носит название «осадочно-миграционной»	2
	3. Какая гипотеза происхождения нефти лежит в основе разработки сланцевых технологий добычи нефти и газа.	1
	4. Изложите положения новейшей геодинамической гипотезы нефтегазообразования	1
5	<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b>	
	1. Перечислите важнейшие физико-химические свойства нефтепродуктов, определяющие их применение в народном хозяйстве.	1
	2. Почему плотность нефти называют её идентификационным показателем? Какие ещё показатели можно назвать идентификационными?	2
	3. Какие показатели нефти характеризуют её реологические свойства?	1
	4. Какие показатели нефти нужно знать для её правильной транспортировки и хранения?	1

	5. Перечислите оптические свойства нефти и для каких целей их определяют.	
	6. Определяют ли для сырой нефти такие показатели как температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения? И почему?	1
	7. Определяют ли для сырой нефти такие показатели как температуры помутнения, кристаллизации текучести и застывания? И почему?	2
<b>6</b>	<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b>	
	1. Перечислите составные части лабораторной установки по перегонки и ректификации нефти, опишите аппаратуру и процедуру лабораторной перегонки нефти, представления результатов по ГОСТ.	1
	2. В чем заключается подготовка нефти к лабораторному исследованию?	
	3. В каком виде присутствует в нефти вода? Как в лаборатории удаляют: свободную, эмульсионную, растворенную воду?	3
	4. Опишите лабораторные схемы (приемы) удаления механических примесей и дегазации нефтей.	1
	5. Какие вещества можно сконцентрировать или удалить методами адсорбции и экстракции. Каковы физические основы этих методов?	2
	6. Какие вещества можно сконцентрировать или удалить методами диффузии и термодиффузии. Каковы физические основы этих методов?	2
<b>7</b>	<b>Методы исследования состава нефти.</b>	
	1. Какие вы знаете методы определения в нефти парафинов? Приведите схему определения парафинов по одному из методов.	1
	2. На каком принципе основан элементный анализ нефти на С и Н?	1
	3. Какие реакции лежат в основе определения серы, азота и кислорода в нефти?	2
	4. Какие технологические и коммерческие задачи решаются, когда нефть направляют на элементный анализ?	1
	5. Назовите лабораторные методы определения группового состава нефти, которые Вы знаете.	1
	6. Опишите схему определения структурно-группового состава нефти по методу n-d-m	1
	7. Опишите схему определения группового состава нефти методом колоночной хроматографии	1
<b>8</b>	<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b>	
	1. Перечислите задачи качественного и количественного хроматографического анализа	2
	2. Опишите возможности хроматографических методов в исследовании нефтяных компонентов	1
	3. Какие виды хроматографии Вы знаете? Опишите в общих чертах схему хроматографии: элюентная, вытеснительная, хромодистилляция, колоночная, тонкослойная	5
	Охарактеризуйте основной закон светопоглощения, лежащий в основе количественного спектрального анализа	1
	4. Какие задачи решаются при применении ИК-, УФ-спектроскопии в исследовании нефти и газа	1
	5. Какие задачи решаются при применении ЯМР-, ЭПР -спектроскопии в исследовании нефти и газа	1
	6. Дайте описание гибридного аналитического метода хромато-масс-спектрометрии: схема прибора, возможности метода	1
	7. Какой физический принцип положен в основу масс-спектрометрии и хромато-масс-спектрометрии	1
<b>9</b>	<b>Термические превращения углеводородов нефти.</b>	
	1. Назовите термические процессы промышленной переработки нефтяного сырья, не включая термokatалитические.	1
	2. Какие химические реакции лежат в основе термической переработки нефти	1
	3. Каковы цели термической переработки нефтяных остатков	1
	4. Какие продукты можно получить при пиролизе: углеводородных газов, прямогонных бензинов, газойля	1
	5. Какие продукты можно получить при крекинге нефтяных остатков	1
	6. В чем различие реакций и получающихся продуктов при термической переработке углеводородов в газовой и жидкой фазе	1
	7. Какие условия необходимы для направления термических процессов на получение нефтяного кокса.	1

10	<b>Термокаталитические процессы превращения углеводородов.</b>	
	1. В чем отличие реакций каталитического крекинга и риформинга от термических процессов крекинга и пиролиза?	1
	2. Какие катализаторы используются в термокаталитических процессах?	1
	3. В чем особенность и недостатки работы катализаторов термокаталитических процессов?	1
	4. Какое сырье используют в процессах каталитического крекинга и риформинга? Основные требования к сырью.	2
	5. какую линейку продукции можно получить при каталитическом крекинге и риформинге	1
	6. Что такое жесткий риформинг и какую продукцию получают с его помощью?	2
11	<b>Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке.</b>	
	1. Каково назначение промышленного процесса гидроочистки нефтей и нефтяных фракций?	1
	2. Объясните преимущество процесса гидрокрекинга перед каталитическим крекингом в деле увеличения производства топлив.	1
	3. В чем особенность (преимущества и недостатки) селективный гидрокрекинга?	1
12	<b>Методы очистки нефтепродуктов.</b>	
	1. Адсорбционные, химические и каталитические методы финишной очистки продуктов глубокой переработки нефти	1
	Итого тем для собеседования	90

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Примерные темы для рефератов и устных докладов (презентаций) по темам для  
текущей аттестации по дисциплине «Химия нефти и газа»**

№ п/п	Наименование раздела/подраздела вопросы	Кол-во вопросов
1	<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b>	
	1. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности	1
	2. Структура топливно-энергетического комплекса России	1
2, 3	<b>Состав и свойства нефтей. Классификации нефтей.</b>	
	1. Групповой и индивидуальный состав нефти	1
	2. Элементный и фракционный состав нефти и методы их определения	1
	3. Современные химические классификации нефтей.	1
	4. Современные технологические классификации нефтей.	1
4	<b>Гипотезы происхождения нефти.</b>	
	1. Неорганические гипотезы нефтегазообразования.	1
	2. Органическая гипотеза нефтегазообразования.	1
	3. Новейшие представления о происхождении нефти и газа: геодинамическая модель нефтегазообразования и миграции УВ	1
	4. Экзотические гипотезы нефтеобразования: геосолитонная, быстрого синтеза и др.	1
5	<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b>	
	1. Важнейшие физико-химические свойства нефтепродуктов, определяющие их применение в народном хозяйстве.	1
	2. Программы лабораторного исследования нефтей новых пластов и месторождений.	1
6	<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b>	
	1. Промышленные перегонка и ректификация нефтей, получаемая продукция.	1
	2. Применение в нефтеперерабатывающей промышленности методов адсорбции и экстракции и линейка получаемой продукции.	1
	3. Диффузионные методы в нефтепереработке и промышленное применение мембран в очистке природных углеводородных газов	1
7	<b>Методы исследования состава нефти.</b>	
	1. Современные и классические методы определения элементного состава нефти	1
	2. Современные и классические методы определения группового состава нефти	1
8	<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b>	
	1. Применение хроматографических методов при разделении нефтяных компонентов	1
	2. Применение хроматографических методов в исследовании нефтяных компонентов	1
	3. Возможности ИК-, УФ-спектроскопии в исследовании нефти и газа.	1
	4. Возможности ЯМР-, ЭПР-спектроскопии в исследовании нефти и газа.	1
9, 10	<b>Термические и термокаталитические процессы превращения углеводородов.</b>	
	1. Пиролиз, сырье для пиролиза и линейка получаемой продукции	1
	2. Каталитический крекинг и риформинг – основа глубокой переработки нефти и тяжелых нефтяных фракций	1
11	<b>Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке.</b>	
	1. Промышленная гидроочистка нефтей от гетероатомных компонентов	1
	2. Гидрокрекинг как метод увеличения производства топлив.	1
	3. Селективный гидрокрекинг – метод улучшения эксплуатационных свойств топлив.	1
12	<b>Методы очистки нефтепродуктов.</b>	
	1. Адсорбционные, химические и каталитические методы финишной очистки продуктов глубокой переработки нефти	1
	Итого тем для рефератов и устных докладов	27

## **Контрольные задания для выполнения контрольных работ для текущей аттестации по дисциплине «Химия нефти и газа»**

### **Контрольное задание 1 (лабораторная работа 1, согласно технологической карте дисциплины)**

Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях. Характеристика параметров и свойств нефтей и нефтепродуктов, анализируемых в соответствии с методиками Госстандарта (ГОСТ)

**Цели работы:** 1) усвоение правил работы лабораторий аккредитованных в системе ГОСТ Р и в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров); 2) ознакомление со структурой и содержанием нормативных документов (ГОСТ и ТУ) на качество и безопасность нефти и нефтепродуктов.

**Задание по теме:** Изучить государственные и отраслевые стандарты (ГОСТ), Технические условия (ТУ) на нефть или нефтепродукты, предоставленные преподавателем. Составить краткий конспект показателей качества и безопасности продукции. Составить (по вариантам) направление (задание) в лабораторию – на исследование нефти, газа или нефтепродуктов.

#### **Задания по вариантам:**

##### **Вариант 1.**

**Задание А.** На основании изучения текста ГОСТ 51858-2002 определить объем приемо-сдаточных лабораторных испытаний для партий нефтей отправляемых на предприятия РФ и на экспорт.

**Задание Б.** Установить качественную характеристику образцов нефти, поставляемой предприятиям РФ или на экспорт, согласно её классификации по ГОСТ 51858-2002:

Нефть 3.3.3.2 ГОСТ 51858-2002

Нефть 1.1э.2.1 ГОСТ 51858-2002

Ответить на вопрос: может ли указанная во втором случае нефть отправляться на экспорт, согласно требованиям ГОСТ 51858-2002?

##### **Вариант 2.**

**Задание А.** На основании изучения текста ГОСТ 51858-2002 определить объем периодических лабораторных испытаний для партий нефтей отправляемых на предприятия РФ и на экспорт.

**Задание Б.** Установить качественную характеристику образцов нефти, поставляемой предприятиям РФ или на экспорт, согласно её классификации по ГОСТ 51858-2002:

Нефть 2.0.2.1 ГОСТ 51858-2002

Нефть 1.0э.1.1 ГОСТ 51858-2002

Ответить на вопрос: может ли указанная во втором случае нефть отправляться на экспорт, согласно требованиям ГОСТ 51858-2002?

##### **Вариант 3.**

На основе изучения текста отраслевого стандарта ОСТ 153-39.2-048-2003 определить объем возможного *полного* исследования пластовой нефти добывающих скважин.

Составить направление (задание) в лабораторию – на исследование нефти Восточно-Каменного месторождения, скв. 6244, интервал перфорации 1614,3-1618,3 по *обязательному* комплексу физико-химических и термодинамических исследований. Форма направления (задание) в лабораторию произвольная, но должна включать:

6. Наименование технического задания
7. Содержание подрядных работ
8. Особые условия работ (например, особые температурные и барические условия хранения, подготовки проб, согласно ОСТ 153-39.2-048-2003 и т.п.)
9. Сроки выполнения работ
10. Формы, согласно ОСТ 153-39.2-048-2003, которые должны быть использованы при составлении отчета.

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок (например: Лабораторная работа 1. Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях.).

## **Контрольное задание 2 (лабораторная работа 2, согласно технологической карте дисциплины)**

Отбор проб нефти и нефтепродуктов (ГОСТ 2517-85)

**Цель работы:** уяснение принципов отбора проб нефтей на месторождениях и объектах хранения и транспортировки.

**Задание по теме:**

1. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» (Приложение 1). В отчете по лабораторной работе кратко охарактеризовать аппаратуру, методы отбора проб нефти и нефтепродуктов, согласно предлагаемым вариантам заданий.
2. Выполнить индивидуальное задание по планированию отбора проб на месторождениях.

Методические указания к практической работе, включая цель работы, задание, теоретическую часть, порядок выполнения работы и представления результатов приведены в **методическом пособии, предоставляемом преподавателем и имеющемся в научной библиотеке ЮГУ:**

Коржов Ю.В. Лабораторные методы исследования нефти. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Ю.В. Коржов; М-во образования и науки Рос. Федер., ФГБОУ ВПО «Югор. гос. ун-т», Ин-т природопользования, каф. геологии. – Ханты-Мансийск: Ред.-изд. отд. ЮГУ, 2014. - 154

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок.

### ***Индивидуальные задания к лабораторной работе.***

#### **Вариант 1.**

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб» (Приложение 1). В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- вертикальных и горизонтальных резервуаров переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>2</sup> на Вадельпском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 2).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.

#### **Вариант 2.**

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- подземных и ледогрунтовых хранилищ переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>3</sup> на Западно-Салымском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и



технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 3).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.

#### Вариант 3.

А. Изучить текст государственного стандарта ГОСТ 2517-85 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб». В виде краткого конспекта с иллюстрациями охарактеризовать аппаратуру, методы и порядок отбора проб нефти и нефтепродуктов из:

- нефтеналивных судов, ж/д и авто- цистерн переносными пробоотборниками;
- трубопровода (ручной отбор).

Б. Спланировать отбор не более 5 проб нефти пласта АС<sub>11</sub><sup>1-2</sup> на Западно-Салымском месторождении с учетом блочной структуры, тектонических особенностей и технологической схемы разработки месторождения (соответствующие карты-схемы приведены на рисунке 1 и в Приложении 4).

В. Основываясь на требованиях ГОСТ2517-85, составить инструкцию по отбору проб с указанием:

- объекта, точек отбора проб (номера скважин), количества отбираемой пробы;
- вида тары, пробоотборника, этикетки;
- процедуры отбора.

### **Контрольное задание 3 (лабораторная работа 3, согласно технологической карте дисциплины)**

Изучение предоставленного методического материала «Химический состав нефти и газа». Письменная проверочная работа.

**Цель работы:** углубленное изучение химического состава нефти и газа.

**Задание по теме:** В развернутом плане указать основные элементы фракционного, группового и индивидуального (молекулярного) состава нефти. Описание должно быть иллюстрировано.

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

### **Контрольное задание 4 (лабораторная работа 4, согласно технологической карте дисциплины)**

Физико-химические характеристики нефти, газа и органического вещества пород. Определение относительных плотностей нефтей и нефтепродуктов.

**Цели работы:**

1. Освоить принципы ареометрического и пикнометрического методов определения плотности нефти и нефтепродуктов.
2. Ознакомиться с требованиями ГОСТ 3900-85 по определению плотности нефтепродуктов и оценке характеристик точности измерений.
3. Получить практические навыки определения плотности нефтепродуктов методом пикнометрии.

**Задание по теме:**

1. Изучить ГОСТ 3900-85 по определению плотности нефтепродуктов.
2. Законспектировать порядок определения плотности методом пикнометрии.
3. Провести определение плотности предоставленного образца нефти методом пикнометрии. Выразить плотность в г/см<sup>3</sup> и кг/м<sup>3</sup>.

Методические указания к практической работе, включая цель работы, задание, теоретическую часть, порядок выполнения работы и представления результатов приведены в **методическом пособии, предоставляемом преподавателем и имеющемся в научной библиотеке ЮГУ:**

Коржов Ю.В. Лабораторные методы исследования нефти. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Ю.В. Коржов; М-во образования и науки Рос. Федер., ФГБОУ ВПО «Югор. гос. ун-т», Ин-т природопользования, каф. геологии. – Ханты-Мансийск: Ред.-изд. отд. ЮГУ, 2014. - 154

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок.

### **Контрольное задание 5 (лабораторная работа 5, согласно технологической карте дисциплины)**

Статистическая обработка геохимических данных при проведении многократных измерений

#### **Цели работы:**

1. Формирование у студентов теоретических представлений о точности результатов измерений, мировоззренческих подходов в вопросах получения и представления достоверной информации.
2. Выработка у студентов практических навыков работы с массивами геохимических данных, приемов их обобщения и представления.
3. Оценка метрологических характеристик точности получаемых геохимических данных при поиске и разведке нефтяных месторождений.

#### **Задание по теме:**

1. Внимательно изучить текст теоретического введения к работе. Составить краткий конспект.
2. Выполнить индивидуальное задание по оценке метрологических характеристик предложенных результатов исследования органического вещества пород.

**Форма отчета:** работа оформляется на стандартных листах (А4), должна иметь соответствующий заголовок.

### **Индивидуальные задания к лабораторной работе.**

#### **Вариант 1.**

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,00-0,10 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводородов (Таблица Б) определить точность анализа n-алканов в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

#### **Вариант 2.**

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,101-0,200 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводородов (Таблица Б) определить точность анализа n-алкилбензолов в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

#### **Вариант 3.**

А. На основе данных первичного и повторного определения индивидуального состава n-алканов органического вещества породы (Таблица А) рассчитать точность определения индивидуальных n-алканов для диапазона значений 0,201-0,300 мг/кг.

Б. По результатам первичного и повторного определения содержания групп углеводородов (Таблица Б) определить точность анализа «нафталинов+фенантронов» в образцах пород находящихся на хранении 10 дней и 30 дней. Провести сравнение полученных значений точности анализа. Сделать рекомендацию о продолжительности хранения образцов, направляемых на испытание.

Ход работы, расчеты, применяемые формулы сопровождать текстовыми пояснениями.

Результаты расчетов можно представить табличной форме, например:

Группа УВ, образец	$X_{cp}$ , мг/кг	$\Delta X$ , мг/кг	$S^2 = \frac{\sum(X_i - X_{cp})^2}{(N-1)}$	N	$\sigma_{cx} = S_{cx} \cdot \gamma(f)$	$\sigma(\Delta_B) \approx 1,5\sigma_{cx}$	$\Delta = 1,96\sqrt{\sigma^2(\Delta_B)}$	$\delta, \%$
Н-алканы								

Таблица А

Данные двукратного определения n-алканов в образце Б7 -04п+ал

Н-алканы, с числом атомов С в молекуле	Концентрация в породе, мг/кг		$X_{cp}$	$ \Delta X $	$S = \sqrt{\sum(X_i - X_{cp})^2 / (N-1)}$
	определение 1	определение 2			
C <sub>10</sub>	0,000	0,000			
C <sub>11</sub>	0,049	0,019			
C <sub>12</sub>	0,194	0,145			
C <sub>13</sub>	0,353	0,292			
C <sub>14</sub>	0,342	0,275			
C <sub>15</sub>	0,209	0,225			
C <sub>16</sub>	0,231	0,234			
C <sub>17</sub>	0,160	0,212			
C <sub>18</sub>	0,184	0,226			
C <sub>19</sub>	0,118	0,135			
C <sub>20</sub>	0,146	0,132			
C <sub>21</sub>	0,119	0,148			
C <sub>22</sub>	0,160	0,152			
C <sub>23</sub>	0,214	0,236			
C <sub>24</sub>	0,216	0,200			
C <sub>25</sub>	0,316	0,331			
C <sub>26</sub>	0,238	0,233			
C <sub>27</sub>	0,311	0,329			
C <sub>28</sub>	0,192	0,176			
C <sub>29</sub>	0,274	0,274			
C <sub>30</sub>	0,120	0,135			
C <sub>31</sub>	0,135	0,141			
C <sub>32</sub>	0,060	0,063			
C <sub>33</sub>	0,102	0,107			
C <sub>34</sub>	0,035	0,036			
C <sub>35</sub>	0,115	0,104			
C <sub>36</sub>	0,028	0,021			
Сумма н-алканов	4,622	4,582			

Таблица Б

Результаты первичного и повторного определения суммарных концентраций групп углеводов в образцах пород

Шифр пробы	Концентрация групп углеводов в породе, мг/кг					
	Н-алканы	Н-лжилбен-золы	Нафталины+Фенантрены	Н-алканы	Н-лжилбен-золы	Нафталины+Фенантрены
	Первичное определение:			Повторное определение через 10 дней:		
Б7 4-2п	1,361	0,051	0,0280	1,215	0,043	0,0236
	Первичные определения:			Повторные определения через 3 месяца:		
Б7 -04п+ал	4,62	0,012	0,783	4,58	0,010	0,416
ЮЧ511 -2ар	4,93	0,077	4,184	6,69	0,072	2,624
СЧ480 -8п	4,40	0,071	3,108	4,90	0,076	2,150
Р765 7п	14,84	0,233	0,747	13,00	0,205	0,630
Р718 8п	0,72	0,008	0,091	1,05	0,011	0,086
Р718 4ар	1,63	0,020	0,347	2,01	0,022	0,231

**Контрольное задание 6 (лабораторная работа 6, согласно технологической карте дисциплины)**

Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов:

- химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты;
- решение задач. «Химическая характеристика растворов»

**Цель работы:** изучении закономерностей взаимодействия солей в растворах при смешивании двух видов воды и понимание возможности теоретического решения задач по прогнозированию и предотвращению солеотложения в призабойной зоне нефтеносных пластов

**Задание по теме:**

1. Изучить теоретический материал «Химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты. Решение задач».
2. Выполнить контрольную работу по решению одной из предоставленных задач

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

Пример решения задач.

1. Согласно табличным данным, растворимость  $\text{CaCO}_3$  при  $15^\circ\text{C}$  составляет  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г/100г воды. Как изменится растворимость  $\text{CaCO}_3$  при добавлении к 50 мл 0,0001М раствора  $\text{CaCO}_3$  100 мл 0,1 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Будет ли происходить солеотложение при  $15^\circ\text{C}$ ? При  $20^\circ\text{C}$ , если растворимость  $\text{CaCO}_3$  при этой температуре составляет  $9,8 \cdot 10^{-4}$ ?

Решение идет в несколько стадий:

а) переведем растворимость  $\text{CaCO}_3$  в моль/л. Моль  $\text{CaCO}_3$  равен 100 а.е.м., следовательно ее растворимость при  $15^\circ\text{C}$  составляет  $1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л ( $S_{\text{табл}} = 9,9 \cdot 10^{-5}$ ). Исходный раствор  $\text{CaCO}_3$  будет насыщен без солеотложения.

б) Рассчитаем ионную силу раствора после смешивания, учитывая, что концентрация ионов оказалась следующая:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,0001/3 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$2[\text{Na}^+] = 2 \cdot 0,1 \cdot 2/3 = 0,134 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,067 + 0,0001/3 = 0,067 \text{ моль/л (округлено)}$$

$$I = \frac{\sum C_i \cdot z_i^2}{2} = (3,3 \cdot 10^{-5} \cdot 2^2 + 0,134 + 0,067 \cdot 2^2)/2 = (1,3 \cdot 10^{-4} + 0,134 + 0,268)/2 = 0,201$$

с) Произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$  при  $15^\circ\text{C}$  для двухкомпонентного раствора, согласно табличным данным, составляет  $K_S^0 = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 9,9 \cdot 10^{-9}$ . При добавлении

второго раствора ионная сила раствора изменилась, что сказалось на произведении растворимости  $\text{CaCO}_3$ :

$$\lg K_S = \lg K_S^0 + A \Delta v z^2 \left( \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2I \right) =$$

$$= -8,01 + 0,509(1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^2)(0,201^{1/2}/(1 + 0,201^{1/2}) - 0,2 \cdot 0,201) =$$

$$= -8,01 + 0,509 \cdot 8((0,448/1,448) - 0,0897) = -8,01 + 0,895 = -7,115$$

Отсюда  $K_S = 7,7 \cdot 10^{-8}$

д) Рассчитываем растворимость  $\text{CaCO}_3$ , согласно уравнению (22):

$$S = \frac{K_S}{c^{c+B}} = \frac{7,7 \cdot 10^{-8}}{1} = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Как видим растворимость  $\text{CaCO}_3$  немного возросла за счет ионной силы

е) Однако правило сохранения произведения растворимости гласит, что при добавлении одноименного иона, концентрация другого должна пропорционально уменьшиться. То есть в систему добавили  $\text{CO}_3^{2-}$  ионы при одновременном разбавлении ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Концентрация  $[\text{CO}_3^{2-}]$  достигла 0,067М, тогда, исходя из произведения растворимости:

$$K_S = 7,7 \cdot 10^{-8} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}],$$

концентрация  $\text{Ca}^{2+}$  должна составить:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 7,7 \cdot 10^{-8} / 0,067 = 1,15 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л},$$

а у нас концентрация  $[\text{Ca}^{2+}]$  больше ( $3,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л), следовательно будет проходить солеотложение.

Таким образом, не смотря на возросшую растворимость кальцита за счет ионной силы, в данной системе будет уменьшаться растворимость  $\text{CaCO}_3$  за счет добавления одноименных ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Чтобы солеобразование не проходило можно применить различные приемы:

1. смешивать растворы с разноименными ионами;
2. добавляя одноименные ионы, связать часть из них, добавив некоторое количество третьей соли, не содержащей одноименных ионов;
3. дополнительно ввести другие одноименные ионы (в нашем случае  $\text{Ca}^{2+}$ ).

### Задачи для самостоятельного решения

#### Задача 1

Произойдет ли выпадение осадка при смешивании одинаковых объемов растворов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  с концентрациями по 0,1 М каждый? Для  $\text{CaSO}_4$ :

- при  $10^\circ\text{C}$  справочное  $K_S^0 = 6,1 \cdot 10^{-5}$ ;
- при  $25^\circ\text{C}$  справочное  $K_S^0 = 1,3 \cdot 10^{-4}$

#### Задача 2

Произойдет ли осадкообразование при смешивании насыщенного раствора  $\text{CaSO}_4$  с насыщенным раствором  $\text{CaCO}_3$  в пропорции 1:1 при  $15^\circ\text{C}$ ?

Растворимость  $\text{CaCO}_3$  при  $15^\circ\text{C}$  равна  $9,8 \cdot 10^{-3}$  г\л раствора;

Растворимость  $\text{CaSO}_4$  при  $15^\circ\text{C}$  равна 1,996 г\л раствора.

## **Контрольное задание 7 (лабораторная работа 7, согласно технологической карте дисциплины)**

Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов:

- вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству. ОСТ 39-225-88

**Цель работы.** На основании изучения отраслевой нормативной документации, практическое выполнение студентами работ по оценке качества воды и разработке рекомендаций по подготовке воды, предназначенной для закачивания в пласт в системе ППД конкретных месторождений.

**Задание по теме.**

1. Изучить текст отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».
2. Выполнить предлагаемые варианты заданий.

**Форма отчета:** Лабораторная работа оформляется на стандартных листах (А4) по установленной форме. Работа защищается в процессе собеседования.

### **Задания к лабораторной работе**

#### Вариант 1А

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88, указать допустимые характеристики воды для закачивания в пласт ЮС<sub>1</sub> в системе ППД Средне-Угутского месторождения.

Литолого-петрофизические характеристики пластов ЮС<sub>1</sub>. Породы терригенные, поровые. Представлены переслаиванием мелко - и среднезернистых песчаников и алевролитов. Литологическое замещение песчаников глинами проходит по всему западному и восточному крыльям структуры, отделяя месторождение от Угутского, и на западе - от Западно - Угутского. Залежи относятся к литологически экранированному типу.

Толщина песчано - алевролитовых пород изменяется от 1 м (скв. 318) до 19,5 м (скв. 108Р), в среднем составляя 7,3 м. Нефтенасыщенная толщина пласта по скважинам изменяется от первых метров до 12,4 м (скв. 58Р), средняя по пласту 5,7 м.

Коэффициент песчаности изменяется от 0.1 до 0.8, в среднем составляет 0,36. Среднее значение коэффициента расчлененности равно 3.5, в т.ч. в контуре нефтеносности 2,9. В целом пласт имеет прерывистое строение, средняя толщина пропластков составляет 1,4 м.

В пределах нефтенасыщенной зоны пласт имеет близкое к монолитному строение, толщина песчаных прослоев изменяется от 0,6 до 10,4 м, в среднем составляет 3,3 м. По разрезу данный пласт достаточно однороден, неоднородность имеет площадной характер и связана с процессами литолого - фациального замещения (глинизации).

Коллекторские свойства пласта улучшаются к югу.

Средневзвешенные параметры пластов Средне - Угутского месторождения следующие: для пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>

- коэффициент продуктивности - 11,5 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>;
- удельный коэффициент продуктивности – 1,54 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>/м;
- гидропроводность составляет 61,9 Д\*см/сПз;
- проницаемость 0,117 мкм<sup>2</sup>.

для пласта ЮС<sub>1</sub><sup>2</sup>

- коэффициент продуктивности – 3,59 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>;
- коэффициент удельной продуктивности – 0.45 м<sup>3</sup>/сут\*МПа<sup>-1</sup>/м;
- гидропроводность составляет 6,25 Д\*см/сПз;
- проницаемость 0,0067 мкм<sup>2</sup>.

#### Вариант 2А

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88, указать допустимые характеристики воды для закачивания в пласт ВК1 в системе ППД Каменного месторождения.

Литолого-петрофизические характеристики пласта ВК1.

Пласт сложен алевролитистыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, алевролитистыми аргиллитами, неравномерно чередующимися между собой. Обломочная часть составляет 85-95%, средние размеры обломков 0.026-0.12 мм, форма полуокатанная,

полуугловатая, отсортированность средняя. В единичных образцах при микроскопическом описании отмечается относительно “рыхлая” упаковка – не все зерна контактируют между собой. Обломочный материал представлен кварцем – 40-50%, полевыми шпатами – 25-40%, обломками пород – до 12%, слюдой 1-2%, аутигенными, акцессорными минералами. Исследования структуры порового пространства в прокрашенных петрографических шлифах, как в песчаниках, так и в алевролитах показали, что в них присутствуют открытые поры (прокрашившиеся смолой) от 3 до 12%. Средняя пористость по пласту составляет 21.0%, а проницаемость – 22.5 мД.

#### Вариант Б

В соответствии с требованиями отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88: 1) оценить качество ПВ, предлагаемых для закачивания в нефтяной пласт; 2) установить и рекомендовать необходимые технологические приемы обработки воды для обеспечения системы ППД нефтяных пластов.

#### Характеристика подземных вод, предназначенных для обеспечения систем ППД Средне-Угутского месторождения.

При разработке нефтяного месторождения рабочим реагентом для обеспечения системы поддержания пластового давления технологической схемой предусмотрены пресные подземные воды олигоценового (атлым-новомихайловского) водоносного комплекса (ВК). В соответствии с проектными решениями эксплуатация продуктивного коллектора будет вестись системой групповых водозаборов. Система заводнения на основной залежи обращённая девятиточечная с плотностью 16 га / скв, на северной залежи трёхрядная с плотностью 16 га / скв.

По физическим свойствам подземные воды комплекса без запаха (0-2 балла), без вкуса (2 балла), с цветностью, преимущественно, от 10 до 45 градусов (в контрольных пробах цветность достигла 60<sup>0</sup> и свыше 100<sup>0</sup>), мутностью от 10 до 84 мг/дм<sup>3</sup>. По химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные, с различным уровнем общей минерализации от 0,2 до 0,9 г/л. Содержание взвешанных частиц в водах атлым-новомихайловского ВК не стабильно (табл.В).

Таблица В

Показатели содержания взвешенных частиц в подземных водах атлым-новомихайловского ВК

п / п	Место отбора воды (№ куста/№ скв)	№ протокола	НД по опред. взвешенных частиц	Ед. изм.	Результаты анализа			Погрешность (+, -)	Примечание
					min	max	ср. д.		
1	30/2	52 от 18.10.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,70	6,20	3,45	0,2-1,9	Результаты опробования при освоении скважин
2	31/1	55 от 18.10.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,80	1,30	1,05	0,2-04	
3	32/1	33 от 17.08.09	ОСТ39-231-85	мг/дм <sup>3</sup>	0,20	2,70	1,45	0,1-0,8	
4	куст 30	358 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	85*			8,50	Результаты анализов по контрольному опробованию
5	куст 31	356 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	53*			5,30	
6	куст 32	359 от 05.11.09	СанПиН 2.1.4.1074-01	мг/дм <sup>3</sup>	48*			9,60	

\*Значения повышенного содержания взвешенных частиц (от 42 до 85мг/дм<sup>3</sup>) образуют хлопьевидные скопления при окислении двухвалентных ионов железа и марганца (образованию гидроокисного осадка способствовало истечение срока согласно требованиям ГОСТа 2761-84 со дня отбора пробы исполнителем работ).

Формирование минерализации вод происходит, в основном, за счет иона гидрокарбоната, его содержание составляет от 160 до 506 мг/дм<sup>3</sup> (более 90%). По результатам лабораторных исследований проб зафиксировано содержание макроионов: сульфат-ионы- 65 мг/дм<sup>3</sup>, ионы хлора – от 36 до 70-90 мг/дм<sup>3</sup>, ионы кальция 90 - 130 мг/дм<sup>3</sup>, магний до 100 и выше мг/дм<sup>3</sup>, суммарно Na +K более 300 мг/дм<sup>3</sup>.

По величине общей жесткости воды классифицируются (по О.А. Алекину) как мягкие и умеренно жесткие со значениями 2,3 - 5,8 мг-экв/ дм<sup>3</sup>, при преобладающем содержании кальция над магнием в 1-3 раза. Значения перманганатной окисляемости ПВ определены в диапазоне 2,2 – 5,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Щелочность природных вод составляет 3,0-6,3 мг\*экв/ дм<sup>3</sup>.

Органические вещества техногенного происхождения присутствуют в следующем составе: нефтепродукты 0,07-0,75 мг/дм<sup>3</sup>, фенолы – 0,006 – 0,14 мг/дм<sup>3</sup>, АПАВ – 0,03 – 0,04 мг/дм<sup>3</sup>.

Азотсодержащие вещества (нитраты, нитриты) имеют концентрации значительно ниже питьевых нормативов (ПДК 45 и 3 мг/дм<sup>3</sup>), содержание аммонийного иона составило в пробах строительной откачки 1,7-4,6 мг/дм<sup>3</sup>, по результатам контрольного опробования < 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Состав неорганических веществ (Fe Mn As Al Se Si Be Cr Co B Cu Zn Br Pb Ni Cd Sr Mo Ba F I PO<sub>4</sub>) характеризуется содержанием от тысячных долей до первых десятков единиц. Повышенные значения относительно концентраций, нормируемых СанПиН 2.1.4.1074-01, отмечаются по содержанию бромидов, железа общего, кремнию, марганца и селена и соответствуют природной геохимической обстановке для территории Западной Сибири.

#### ***Ход работы.***

1. Внимательно изучить текст отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».
2. Изучить полученные задания. Из предоставленной информации выбрать физико-химические характеристики подземной воды, необходимые для оценки ее качества для целей ППД, , согласно требований ОСТ 39-225-88.
3. Из предоставленной информации по литолого-петрофизическим свойствам нефтенасыщенных пластов установить допустимое содержание в закачиваемой воде механических примесей и нефти.
4. Определить технологические приемы обработки воды для достижения необходимых показателей качества.
5. Полученные данные представить в виде текстового отчета о проделанной работе и таблицы по приведенной ниже форме (табл. 1).
6. Сделать вывод о соответствии (не соответствии) закачиваемой воды требованиям ОСТ 39-225-88. Пояснить наиболее критические несоответствия и предложения по их устранению.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка отлично** выставляется студенту, если в ответе теоретический материал раскрыт полно, даны необходимые определения, объяснения, представлены и использованы расчетные формулы. При ответе на дополнительные вопросы показано понимание основ предмета, эрудиция, способность к практическому использованию знаний.

**Оценка хорошо** выставляется студенту, если ответ, в основном, раскрывает пройденный теоретический материал. При ответе на дополнительные вопросы показана эрудиция, понимание основ предмета, но имеются затруднения в объяснении явлений, процессов, формулировке определений.

**Оценка удовлетворительно** выставляется студенту, если пройденный теоретический материал раскрыт частично, фиксируются недостатки в знании определений, формул. При ответе на дополнительные вопросы обнаруживаются пробелы в знаниях отдельных тем предмета, но проявлена способность логическим путем восполнить пробелы.

**Оценка неудовлетворительно** выставляется студенту, если предложенный теоретический материал не раскрыт. При ответе на дополнительные вопросы выявлено отсутствие знаний по отдельным темам дисциплины.



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Вопросы к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине «Химия нефти и  
газа»**

1. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности и современная структура топливно-энергетического комплекса России
2. Роль нефти и газа в топливно-энергетическом комплексе России. Основные нефтегазоносные районы России
3. Запасы углеводородного сырья в РФ и мире. Проблемы нефтегазовой отрасли Российской Федерации
4. Фракционный состав нефтей. Лабораторные схемы определения фракционного состава нефти и промышленные схемы фракционной разгонки нефти.
5. Элементный и групповой состав нефтей. Методы определения элементного и группового состава нефтей.
6. Индивидуальный состав нефтей. Насыщенные углеводороды: состав, физические и химические свойства, содержание в нефти и газе.
7. Индивидуальный состав нефтей. Ароматические углеводороды: состав, физические и химические свойства, содержание в нефти и газе.
8. Индивидуальный состав нефтей. Нафтеновые и гибридные соединения: состав, физические и химические свойства, содержание в нефти и газе.
9. Индивидуальный состав нефтей. Смолисто-асфальтеновые и минеральные компоненты: состав, строение, физические и химические свойства, содержание в нефти и газе.
10. Виды добываемого углеводородного сырья. Современные Российские и международные классификации нефтей. Охарактеризуйте геохимическую классификацию нефтей, предложенную А.А. Петровым
11. Виды добываемого углеводородного сырья. Современные Российские и международные классификации нефтей. Охарактеризуйте технологические классификации нефтей по ГОСТ 38.1197 и ГОСТ 51858-2002
12. Промышленные схемы переработки нефти по топливному и масляному вариантам. Краткий ассортимент получаемых в результате промышленной перегонки нефтепродуктов.
13. Гипотезы происхождения нефтей. Органическая гипотеза: исходные посылки, достоинства и недостатки.
14. Гипотезы происхождения нефтей. Гипотеза глубинного неорганического синтеза: исходные посылки, достоинства и недостатки.
15. Гипотезы происхождения нефтей. Современная осадочно-миграционная гипотеза (концепция дефлюидизации недр): достоинства и недостатки.
16. Гипотезы образования основных классов соединений нефти: алканов, нафтенов и ароматических углеводородов. Какие соединения нефти указывают на неорганический синтез углеводородов.
17. Гипотезы образования основных классов соединений нефти: алканов, нафтенов и ароматических углеводородов. Какие соединения нефти указывают на её органическое происхождение.
18. Физико-химические свойства нефтей. Плотность и вязкость нефти и лабораторные методы их определения.
19. Технологические характеристики нефтей. Температуры кристаллизации, текучести и застывания нефти и лабораторные методы её определения.
20. Физико-химические свойства нефтей. Оптические свойства нефти и лабораторные методы их определения.
21. Физико-химические свойства нефтей. Наличие воды и механических примесей в нефти и лабораторные методы их определения.
22. Общая процедура подготовки нефти к лабораторному исследованию. Лабораторные и производственные приемы обезвоживания нефтей.
23. Общая процедура подготовки нефти к лабораторному исследованию. Лабораторные и производственные приемы удаления механических примесей и дегазации нефтей.
24. Лабораторные методы определения фракционного состава нефти. Главные условия воспроизводимости результатов перегонки в разных лабораториях. Графическое представления результатов перегонки.
25. Стандартные приемы определения в нефти смол и асфальтенов и парафинов по ГОСТ 11851-85 «Нефть. Метод определения парафина».

26. Стандартные и исследовательские способы определения в нефти парафинов. Особенности методов низкотемпературной кристаллизации парафинов и комплексообразования с карбамидом.
27. Явление диффузии и термодиффузии и их использование в нефтяном анализе.
28. Сорбция. Физическая основа сорбционных явлений. Использование сорбции в нефтяном анализе.
29. Экстракция. Физическая основа экстракции. Примеры использования экстракции в нефтяном лабораторном анализе и промышленном извлечении компонентов нефти.
30. Сорбционные процессы, как основа хроматографического разделения веществ. Природа адсорбционных сил.
31. Хроматографические методы исследования нефтей. Схемы хроматографического разделения нефти на группы веществ.
32. Хроматографические методы исследования нефтей. Схемы хроматографического анализа нефти.
33. Спектральные методы анализа. Происхождение спектров поглощения. Основной закон светопоглощения. Возможности метода УФ-спектроскопии в исследовании нефтей
34. Инфракрасная (ИК) спектроскопия. Валентные и деформационные колебания молекул. Возможности ИК-спектроскопии в исследовании нефтяных компонентов.
35. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазе. Промышленный пиролиз в нефтепереработке: цели пиролиза, сырье и получаемые продукты.
36. Промышленные процессы термической переработки нефти и нефтяных фракций. Технология и реакции получения нефтяного кокса.
37. Термокаталитические превращения углеводородов. Каталитический крекинг: цели каталитического крекинга, сырье и получаемые продукты.
38. Термокаталитические превращения углеводородов. Каталитический риформинг: цели каталитического риформинга, сырье и получаемые продукты.
39. Гидроочистка и гидрокрекинг в нефтепереработке: цель, сырье и получаемые продукты
40. Адсорбционные, химические и каталитические методы очистки нефти и нефтепродуктов: экологические и производственные цели очистки и характеристика получаемой продукции.
41. Методы очистки нефти и нефтепродуктов с применением избирательных растворителей: цели очистки, эффективность методов, ряд удаляемых веществ и характеристика получаемой продукции.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка отлично** выставляется студенту, если в ответе теоретический материал раскрыт полно, даны необходимые определения, объяснения. При ответе на дополнительные вопросы показано понимание основ предмета, эрудиция, способность к практическому использованию знаний.

**Оценка хорошо** выставляется студенту, если ответ, в основном, раскрывает тему теоретического материала. При ответе на дополнительные вопросы показана эрудиция, понимание основ предмета, но имеются затруднения в объяснении законодательных основ охраны ОС, формулировке определений.

**Оценка удовлетворительно** выставляется студенту, если пройденный теоретический материал раскрыт частично, фиксируются недостатки в знании понятий, определений. При ответе на дополнительные вопросы обнаруживаются пробелы в знаниях отдельных тем предмета.

**Оценка неудовлетворительно** выставляется студенту, если предложенный на зачет теоретический материал не раскрыт. При ответе на дополнительные вопросы выявлено отсутствие знаний по отдельным темам (разделам) дисциплины.

Составил \_\_\_\_\_

Ю.В. Коржов

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс 1 группа 2н91 ОЗФО

Преподаватель-лектор к.х.н., Коржов Юрий Владимирович

Преподаватель, ведущий практические занятия к.х.н., Коржов Юрий Владимирович

Наименование дисциплины	Уровень/ступень образования	Статус дисциплины в учебном плане	Количество зачетных единиц
<b>Химия нефти и газа</b>	бакалавриат	<b>К.М.01.06</b>	6

<b>Смежные дисциплины по учебному плану:</b>				
«Безопасность жизнедеятельности»				
<b>ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ</b>				
(входной рейтинг-контроль, проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам при необходимости)				
<b>Тема, задание или мероприятие входного контроля</b>	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Миним. количество баллов	Максим. количество баллов
<i>Не предусмотрено</i>				

<b>ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ – 70 баллов</b>				
<b>Тема, задание или мероприятие текущего контроля</b>	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Миним. количество баллов	Максим. количество баллов
<b>Теоретический курс</b>				
<b>Роль нефти и газа в современном мире.</b> Основные нефтегазоносные районы. Этапы развития нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Состав и свойства нефтей.</b> Элементный, фракционный, групповой и индивидуальный состав нефти. Состав, строение и физико-химические свойства углеводородов, гетероатомных соединений, смолисто-асфальтеновых и минеральных веществ нефти	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	2	4
<b>Классификации нефтей.</b> Современные химические и технологические классификации нефтей. Состав и свойства основных видов нефтепродуктов.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Гипотезы происхождения нефти.</b> Классические гипотезы минерального и органического происхождения нефти. Новейшие представления об образовании нефти и газа. Представления об образовании основных классов углеводородов нефти.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	2	4
<b>Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.</b> Плотность. Молекулярная масса. Вязкость. Температура помутнения, кристаллизации, застывания. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Оптические свойства.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	2	4
<b>Методы разделения и концентрирования компонентов нефти.</b> Перегонка и ректификация. Кристаллизация. Образование аддуктов и комплексов. Абсорбция, адсорбция и экстракция. Термодиффузия и диффузия через мембраны.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2

Методы разделения нефти по группам веществ. Химические методы выделения веществ.				
<b>Методы исследования состава нефти и газа.</b> Определение элементного состава. Определение группового состава.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Методы углубленного исследования состава нефти.</b> Хроматография, масс-спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы спектральных методов исследования. Возможности ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопии в исследовании нефти и газа.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Термические превращения углеводородов.</b> Термическая стабильность углеводородов. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазе. Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Промышленные процессы термической переработки нефти.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Термокаталитические процессы превращения углеводородов.</b> Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке.</b> Гидроочистка. Гидрокрекинг.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Методы очистки нефтепродуктов.</b> Адсорбционные методы очистки. Химические и каталитические методы очистки. Очистка с применением селективных растворителей.	Опрос	Аудиторная лекция дистанционно	1	2
<b>Итого по лекциям</b>			<b>15</b>	<b>30</b>
<b>Практические (лабораторные) занятия</b>				
<b>Лабораторная работа № 1.</b> Специфика анализа нефтей и нефтепродуктов в аккредитованных лабораториях. Характеристика параметров и свойств нефтей и нефтепродуктов, анализируемых в соответствии с методиками Госстандарта (ГОСТ)	опрос, контрольная работа1	аудиторная	2	4
<b>Лабораторная работа № 2.</b> Отбор проб нефти и нефтепродуктов (ГОСТ 2517-85)	опрос, контрольная работа2	аудиторная	2	6
<b>Лабораторная работа № 3.</b> Изучение предоставленного методического материала «Химический состав нефти и газа». Письменная проверочная работа.	опрос, контрольная работа3	аудиторная	2	6
<b>Лабораторная работа № 4.</b> Физико-химические характеристики нефти, газа и органического вещества пород. Определение относительных плотностей нефтей и нефтепродуктов.	опрос, контрольная работа4	аудиторная	2	6
<b>Лабораторная работа № 5.</b> Статистическая обработка геохимических данных при проведении многократных измерений	опрос, контрольная работа5	аудиторная	2	6
<b>Лабораторная работа № 6.</b> Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов: - химическая характеристика растворов. Основные понятия и расчеты; - решение задач. «Химическая характеристика растворов»	опрос, контрольная работа6	аудиторная	3	6
<b>Лабораторная работа № 7.</b> Прогнозирование солеотложения в системе поддержания пластового давления методом заводнения продуктивных пластов: - вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству. ОСТ 39-225-88	опрос, контрольная работа7	аудиторная	2	6
<b>Итого по практическим занятиям</b>			<b>15</b>	<b>40</b>
<b>ИТОГО:</b>			<b>30</b>	<b>70</b>

<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ (30 баллов)</b>				
<b>Тема, задание или мероприятие дополнительного контроля</b>	<b>Виды текущей аттестации</b>	<b>Аудиторная или внеаудиторная</b>	<b>Миним. количество баллов</b>	<b>Максим. количество баллов</b>
Активность при решении задач и выполнении контрольной работы	выступление	аудиторная	5	10
Активность при выполнении практических работ	выступление	аудиторная	1	5
Активность при опросе	контроль	внеаудит.	2	5
Участие в конференции	контроль	внеаудит.	2	10
<b>Итого максимум:</b>			<b>40</b>	<b>100</b>

**Необходимый минимум для получения итоговой оценки или допуска к промежуточной аттестации 50 баллов.** Дополнительные требования для студентов, отсутствующих на занятиях по уважительной причине: устное собеседование с преподавателем по проблемам пропущенных практических занятий, обязательная внеаудиторная подготовка доклада или презентации по пропущенным темам.

**Преподаватель:** Коржов Ю.В. \_\_\_\_\_

#### МЕТОДИКА ЗАПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподаватель самостоятельно устанавливает минимальное и максимальное количество баллов, которое может получить студент за весь период изучения дисциплины (сумма минимального количества баллов условно равна 30% освоения дисциплины, сумма максимального количества баллов условно равна 100% освоения дисциплины).

В технологической карте дисциплины выделяются следующие **модули**:

**Вводный** модуль – что уже знает и умеет студент из ранее изученных дисциплин: «Общая геология», «Геохимия», «Минералогия и петрография», «Литология»;

**Базовый** модуль – чему должен научиться студент;

**Дополнительный** модуль – что может сделать студент для повышения оценки; какие условия промежуточной аттестации (автоматическое выставление оценки по результатам текущей работы студента, собеседование, экзамен, защита курсовой, участие в профильных олимпиадах, научно-практических конференциях, публикация статей и др.