

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(Филиал ТИУ в г. Ноябрьске)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины:	<b>Основы нефтегазовой геологии</b>
направление подготовки:	<b>21.03.01 Нефтегазовое дело</b>
направленность:	<b>Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ</b>
форма обучения:	<b>очно-заочная</b>

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2019 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ к результатам освоения дисциплины Оборудование для капитального ремонта газовых скважин..

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры ТТНК

Протокол № 9 от 15 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой  А.В. Козлов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедры ТТНК  А.В. Козлов  
15 мая 2019 г.

Рабочую программу разработал: Стадник М.Н., ассистент



### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области основ нефтегазовой геологии.

Задачи дисциплины:

- изучение: строения и состава земной коры; образования углеводородов; физических свойств горных пород-коллекторов;
- приобретение навыков расчета фильтрационно-емкостных свойств горных пород-коллекторов и насыщающих пласт жидкостей;
- формирование компетенций в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам/модулям Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных теоретических и практических понятий нефтегазового промыслового дела, умения пользоваться физико-математическим аппаратом для решения задач в области нефтегазовой геологии,

владение навыками ориентирования в справочной литературе в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин Основы разработки нефтяных и газовых месторождений, Скважинная добыча и подземное хранение газа.

### 3. Результаты обучения по дисциплине/модулю

Процесс изучения дисциплины/модуля направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) <sup>1</sup>	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
<b>ПКС-6</b> Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<b>ПКС-6.1</b> Анализирует и классифицирует основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	<b>Знать (З1):</b> основные производственные процессы в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
		<b>Уметь (У1):</b> применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
		<b>Владеть (В1):</b> навыками анализа и классификации основных производственных процессов, представляющих единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений

### 4. Объем дисциплины/модуля

Общий объем дисциплины/модуля составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.	Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной

<sup>1</sup> В соответствии с ОПОП ВО.

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		аттестации
Очно-заочная	1/1	10	14	не предусмотрены	84	зачет

## 5. Структура и содержание дисциплины/модуля

### 5.1. Структура дисциплины/модуля.

#### очно-заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего час.	Код ИДК	Оценочные средства <sup>2</sup>
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Общие сведения о строении и составе земной коры	3	6	-	25	34	ПКС-6.1(31), ПКС-6.1 (У1), ПКС-6.1 (В1)	типовой расчет, устный опрос
2	2	Образование углеводородов, их состав и свойства	3	6	-	25	34	ПКС-6.1(31), ПКС-6.1 (У1), ПКС-6.1 (В1)	типовой расчет, устный опрос
3	3	Физические свойства горных пород-коллекторов	4	2	-	25	31	ПКС-6.1(31), ПКС-6.1 (У1), ПКС-6.2 (В1)	типовой расчет, устный опрос
4	Зачет				-	9	9	ПКС-6.1(31), ПКС-6.1 (У1), ПКС-6.1 (В1)	устный опрос
Итого:			10	14	-	84	108		

### 5.2. Содержание дисциплины/модуля.

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины/модуля (дидактические единицы).

**Раздел 1. «Общие сведения о строении и составе земной коры».** Породообразующие минералы и горные породы. Историческая геология. Геохронологическая шкала. Стратиграфия. Тектоника и ее роль в процессе осадконакопления. Складкообразование и типы складок. Изображение складок на геологических картах и разрезах. Образование нефтяных и газовых месторождений. Ловушки.

**Раздел 2. «Образование углеводородов, их состав и свойства».** Концепция образования углеводородов. Миграция нефти и газа в горных породах. Происхождение нефти. Нефть, газ, их состав и физические свойства в пластовых и поверхностных условиях. Подземные воды нефтяных и газовых месторождений.

**Раздел 3. «Физические свойства горных пород-коллекторов».** Типы пород-коллекторов. Классификация коллекторов. Гранулометрический состав пород. Плотность и пористость пород. Нефтегазонасыщенность коллекторов. Проницаемость пород, их карбонатность. Механические и теплофизические свойства горных пород. Пластовые давление и температура. Влияние термодинамических условий на изменение коллекторских свойств пласта. Поверхностные явления при движении нефти, газа и воды в пористой среде.

#### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

##### Лекционные занятия

<sup>2</sup> Эссе, реферат, тест, типовой расчет, опрос (устный или письменный), собеседование, РГР, контрольная работа, творческое задание, кейс-задача, деловая игра, презентация доклада, отчет и т.д.

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема лекции	
		ОЗФО	
1	1	1	Породообразующие минералы и горные породы. Историческая геология. Геохронологическая шкала. Стратиграфия. Тектоника и ее роль в процессе осадконакопления.
2	1	1	Складкообразование и типы складок. Изображение складок на геологических картах и разрезах.
3	1	1	Образование нефтяных и газовых месторождений. Ловушки.
4	2	1	Концепция образования углеводородов. Миграция нефти и газа в горных породах. Происхождение нефти.
5	2	2	Нефть, газ, их состав и физические свойства в пластовых и поверхностных условиях. Подземные воды нефтяных и газовых месторождений.
6	3	1	Типы пород-коллекторов. Классификация коллекторов. Гранулометрический состав пород.
7	3	1	Плотность и пористость пород. Нефтегазоводонасыщенность коллекторов. Проницаемость пород, их карбонатность. Механические и теплофизические свойства горных пород.
8	3	2	Пластовые давление и температура. Влияние термодинамических условий на изменение коллекторских свойств пласта. Поверхностные явления при движении нефти газа и воды в пористой среде.
Итого:		10	

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема практического занятия	
		ОЗФО	
1	1	2	Построение геохронологической шкалы
2	1	2	Стратиграфическая шкала. Индексация пластов, принятая в ПАО «СНГ»
3	1	2	Графическое изображение складок
4	2	2	Условное обозначение петрографического состава горных пород
5	2	4	Определение молекулярной массы и плотности газа. Определение плотности, объемного коэффициента и усадки нефти.
6	3	2	Расчет коэффициентов общей пористости и абсолютной проницаемости горных пород. Определение удельной поверхности породы
Итого:		14	

## Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема		Вид СРС
		ОЗФО		
1	1	25	Общие сведения о строении и составе земной коры	подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу
2	2	25	Образование углеводов, их состав и свойства	подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу
3	3	25	Физические свойства горных пород-коллекторов	подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу
4	1-3	9	Зачет	Подготовка к зачету
Итого:		84		

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- индивидуальная работа (практические занятия).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной, очно-заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение практических работ №№ 1, 2, 3	20
2	Устный фронтальный опрос по 1 разделу	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
1	Выполнение практических работ №№ 4, 5	20
2	Устный фронтальный опрос по 2 разделу	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
1	Выполнение практической работы № 6	15

2	Устный фронтальный опрос по 3 разделу	25
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;
- Поисковые системы Internet: Яндекс, Гугл.
- Система поддержки учебного процесса Educon.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства Microsoft Office.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	-	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Основы нефтегазовой геологии» составлены в соответствии с учебной программой, предназначены для студентов всех форм обучения, изучающих данную дисциплину, и имеют целью повышение качества усвоения теоретического и практического материала, развитие самостоятельности и активности.

Практические работы выполняются в тетради для практических работ по данной дисциплине. Номер варианта проставляется на титульном листе и соответствует порядковому номеру в «Журнале учета посещаемости обучающимися учебных занятий».

## **Практическая работа № 1** **Построение геохронологической шкалы**

### Общие положения

Изучение относительного возраста горных пород позволило европейским геологам уже в XV в. расположить выделенные подразделения в виде шкалы с наиболее древними подразделениями в основании и последовательно все более молодыми подразделениями выше в том порядке, который теперь называют геохронологической (стратиграфической) шкалой. Стратиграфия (stratum – слой, пласт; grapho – пишу) – это наука, изучающая пространственно-временные взаимоотношения осадочных, вулканогенных и метаморфических образований, слагающих земную кору и отражающих естественные этапы развития Земли и населяющего ее органического мира. Стратиграфия является главнейшей фундаментальной геологической наукой, дает возможность установить общие закономерности строения осадочной оболочки Земли и ее отдельных структур.

Ранние классификации включали три главных подразделения: первичную, вторичную и третичную эры; много позже к ним была добавлена четвертичная эра. Однако породы, названные первичными и вторичными, в действительности не были ни первыми, ни вторыми, поэтому эти названия были отброшены, но термины «третичная» и «четвертичная» продолжали использоваться.

Упраздненные термины были заменены понятиями «палеозойская эра» (древняя жизнь) и «мезозойская эра» (средняя жизнь), взамен термина «третичная эра» был предложен термин «кайнозойская эра», или «кайнозой» (современная жизнь). Позже были выделены археозойская (начало жизни) и протерозойская (протожизнь) эры для времени формирования допалеозойских пород, условно объединяемых под названием докембрия (рис. 59,60).

Перечисленные эры стали подразделяться на периоды, периоды на эпохи и более мелкие возрастные единицы. Подразделения докембрия – в основном местные или провинциальные, тогда как более молодые единицы, за небольшими исключениями, имеют общемировое применение.

**ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА**

ЭОНОТЕМА	ЭРАТЕМА	СИСТЕМА (длительность в млн. лет)	ВОЗРАСТ млн.лет	ОТДЕЛ	ЯРУС	индекс	
И О З О О Р Е Н А Ф	Кайнозойская	ЧЕТВЕРТИЧНАЯ Q (2,45)	1,64	ПЛИОЦЕН N	общепринятого расчленения нет		
		НЕОГЕНОВАЯ N (22)	24	МИОЦЕН N			
		ПАЛЕОГЕНОВАЯ P (42)		ОЛИГОЦЕН P	ХАТТСКИЙ РУПЕЛЬСКИЙ	P h P r	
				ЭОЦЕН P	ПРИАБОНСКИЙ БАРТОНСКИЙ ЛЮТЕТСКИЙ ИПРСКИЙ	P p P b P l P i	
				ПАЛЕОЦЕН P	ТАНЕТСКИЙ МОНСКИЙ ДАТСКИЙ	P t P m P d	
	Мезозойская	МЕЛОВАЯ K (81)	145,8	ВЕРХНИЙ K	МААСТРИХТСКИЙ КАМПАНСКИЙ САНТОНСКИЙ КОНЬЯКСКИЙ ТУРОНСКИЙ СЕНОМАНСКИЙ	K m K km K st K k K t K s	
				НИЖНИЙ K	АЛЬБСКИЙ АПТСКИЙ БАРРЕМСКИЙ ГОТЕРИВСКИЙ ВАЛАНЖИНСКИЙ БЕРРИАССКИЙ	K al K a K br K g K v K b	
		ЮРСКАЯ J (62)	208	ВЕРХНИЙ J	ТИТОНСКИЙ ВОЛЖСКИЙ КИМЕРИДЖСКИЙ ОКСФОРДСКИЙ	J ftv J km J o	
				СРЕДНИЙ J	КЕЛЛОВЕЙСКИЙ БАТСКИЙ БАЙОССКИЙ АЛЕНСКИЙ	J k J bt J b J a	
				НИЖНИЙ J	ТОАРСКИЙ ПЛИНСБАХСКИЙ СИНЕМЮРСКИЙ ГЕТТАНГСКИЙ	J t J p J s J g	
		ТРИАСОВАЯ T (37)	245	ВЕРХНИЙ T	РЭТСКИЙ НОРИЙСКИЙ КАРНИЙСКИЙ	T r T n T k	
				СРЕДНИЙ T	ЛАДИНСКИЙ АНИЗИЙСКИЙ	T l T a	
				НИЖНИЙ T	ОЛЕНЕКСКИЙ ИНДСКИЙ	T o T i	
		Пермская	ПЕРМСКАЯ P (45)	290	ВЕРХНИЙ P	ТАТАРСКИЙ КАЗАНСКИЙ УФИМСКИЙ	P t P kz P u
					НИЖНИЙ P	КУНГУРСКИЙ АРТИНСКИЙ САКМАРСКИЙ АССЕЛЬСКИЙ	P k P ar P s P a
	КАМЕННОУГОЛЬНАЯ C (73)		362,5	ВЕРХНИЙ C	ГЖЕЛЬСКИЙ КАСИМОВСКИЙ	C g C k	
				СРЕДНИЙ C	МОСКОВСКИЙ БАШКИРСКИЙ	C m C b	
				НИЖНИЙ C	СЕРПУХОВСКИЙ ВИЗЕЙСКИЙ ТУРНЕЙСКИЙ	C s C v C t	
	ДЕВОНСКАЯ D (46)		408,5	ВЕРХНЯЯ D	ФАМЕНСКИЙ ФРАНСКИЙ	D fm D f	
		СРЕДНЯЯ D		ЖИВЕТСКИЙ ЭЙФЕЛЬСКИЙ	D zv D ef		
		НИЖНЯЯ D		ЭМСКИЙ ПРАЖСКИЙ ЛОХКОВСКИЙ	De D p D l		
	Силурийская	439	ВЕРХНИЙ S	ПРЖИДОЛЬСКИЙ ЛУДЛОВСКИЙ	S p S ld		
			НИЖНИЙ S	ВЕНЛОКСКИЙ ЛАНДОВЕРИЙСКИЙ	S v S l		
			Ордовикская	510	ВЕРХНИЙ O	АШГИЛЛСКИЙ	O as
СРЕДНИЙ O	КАРАДОКСКИЙ ЛАНДЕЙЛОВСКИЙ ЛАНВИРНСКИЙ	O k O ld O l					
НИЖНИЙ O	АРЕНИГСКИЙ ТРЕМАДОКСКИЙ	O a O t					
Кембрийская	570	ВЕРХНИЙ C	АКСАЙСКИЙ САКСКИЙ АЮСОККАНСКИЙ	C ak C s C as			
		СРЕДНИЙ C	МАЙСКИЙ АМГИНСКИЙ	C m C am			
		НИЖНИЙ C	ТОЙОНСКИЙ БОТОМСКИЙ АТДАБАНСКИЙ ТОММОТСКИЙ	C tn C b C at C t			

Абсолютный возраст по Инструкции...масштаба 1:200 000, 1995г.

Геохронологическая шкала фанерозоя

## ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ

АКРО-ТЕМА	ЭОНОТЕМА <small>(абсолютный возраст в млн. лет)</small>	ВОЗРАСТ млн. лет	ЭРА ТЕМА	СИСТЕМА	ОТДЕЛ
ПРОТЕРОЗОЙ PR	ВЕРХНИЙ PR (1000)	650	КАРЕЛИЙ	ВЕРХНИЙ R	ВЕРХНИЙ V, НИЖНИЙ V,
				СРЕДНИЙ R	
				НИЖНИЙ R	
	НИЖНИЙ (КАРЕЛИЙ) PR (850)	2500	КАРЕЛИЙ	ВЕРХНИЙ PR	
НИЖНИЙ PR					
ПАЛЕОАР	ВЕРХНИЙ AR (650)	2500			
	НИЖНИЙ AR (400)				

Абсолютный возраст по Стратиграфическому кодексу, 1992г.

Системой названа естественная толща горных пород с определенными верхней и нижней границами, обычно отмеченными отчетливой сменой литологии или резкими изменениями фауны, а иногда перерывами и несогласиями. Время, соответствующее системе, носит название периода. Все системы получили свои названия либо от местностей, где они были выделены, либо по характерным литологическим особенностям. Например, девонская система и период названы по графству Девоншир в Англии, пермская система - по городу Пермь в Предуралье, СССР; меловая система получила свое название по типичной для нее породе-мелу. Большая часть палеозойских и более молодых систем была выделена в Западной Европе в первой половине

XIX в., так что стратиграфическая геология – наука относительно молодая.

Принципиальным добавлением к шкале геологического времени в последние десятилетия было введение неравномерно распределенных по ней возрастных реперов, полученных радиоактивными геохронологическими методами. Так как определения возраста выполнены основном для магматических пород, границы которых по большей части, к сожалению, не совпадают с границами геологических периодов, но они требуют известной корректировки с учетом относительной мощности осадков и других критериев. Следовательно, возраст выделенных подразделений не точен.

### Задание

Записать общие положения в тетрадь для практических работ. Начертить на листе формата А-4 стратиграфическую шкалу. Письменно ответить на вопросы для самопроверки.

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое стратиграфия?
2. Что устанавливает стратиграфия?
3. Рассмотреть понятия системы и периода.
4. Что такое возрастные реперы?

## Практическая работа № 2

### Стратиграфическая шкала. Индексация пластов, принятая в ПАО «СНГ»

#### Общие положения

Объектом изучения стратиграфии является разрез, который необходимо подробно расчленить и, выделенные стратонами проследить на большой территории. Результаты стратиграфических построений дают основу для дальнейших геологических изысканий. Стратиграфия играет важнейшую роль при любых геологических исследованиях.

Местная стратиграфическая шкала - шкала, разработанная для какого-либо региона, показывающая расположение в определенной последовательности и соподчиненности местных стратиграфических единиц. Такими единицами являются серия или комплекс, свита, подсвита. Единицы Местной стратиграфической шкалы выделяются в основном по фациально-литологическим признакам, а не по палеонтологическим.

#### Задание

Записать общие положения в тетрадь для практических работ. Начертить на листе формата А-4 фрагмент местной стратиграфической шкалы (рис. 1). Выделить индексы пластов по свитам. Ответить письменно на вопросы по самопроверке.

		Усть-Балыкская, 540										Вынгинская, 3										Связанные стратиги			
Юрская		Меловая																						Система	
Ниж. сред.		Нижний																						Отдел	
Верх.		Бермас					Валажжм					Гатевцв					Баррем					Ярус			
Тюменская		Меционская										Вартовская										Свита			
		Нижняя					Верхняя					Нижняя					Верхняя					Подсвита			
		Ачинская толща					Очиткин-ская		Южно-Балыкская			Тепловская		Усть-Балыкская			Нижняя		Средняя		Верхняя			Пачка	
		АЧ-1					ОЧ-1		ЮБ-1			ТБ-1		УБ-1			Н-1		С-1		В-1			И-1	
		АЧ-2					ОЧ-2		ЮБ-2			ТБ-2		УБ-2			Н-2		С-2		В-2			И-2	
		АЧ-3					ОЧ-3		ЮБ-3			ТБ-3		УБ-3			Н-3		С-3		В-3			И-3	
		АЧ-4					ОЧ-4		ЮБ-4			ТБ-4		УБ-4			Н-4		С-4		В-4			И-4	
		АЧ-5					ОЧ-5		ЮБ-5			ТБ-5		УБ-5			Н-5		С-5		В-5			И-5	
		АЧ-6					ОЧ-6		ЮБ-6			ТБ-6		УБ-6			Н-6		С-6		В-6			И-6	
		АЧ-7					ОЧ-7		ЮБ-7			ТБ-7		УБ-7			Н-7		С-7		В-7			И-7	
		АЧ-8					ОЧ-8		ЮБ-8			ТБ-8		УБ-8			Н-8		С-8		В-8			И-8	
		АЧ-9					ОЧ-9		ЮБ-9			ТБ-9		УБ-9			Н-9		С-9		В-9			И-9	
		АЧ-10					ОЧ-10		ЮБ-10			ТБ-10		УБ-10			Н-10		С-10		В-10			И-10	
		АЧ-11					ОЧ-11		ЮБ-11			ТБ-11		УБ-11			Н-11		С-11		В-11			И-11	
		АЧ-12					ОЧ-12		ЮБ-12			ТБ-12		УБ-12			Н-12		С-12		В-12			И-12	
		АЧ-13					ОЧ-13		ЮБ-13			ТБ-13		УБ-13			Н-13		С-13		В-13			И-13	
		АЧ-14					ОЧ-14		ЮБ-14			ТБ-14		УБ-14			Н-14		С-14		В-14			И-14	
		АЧ-15					ОЧ-15		ЮБ-15			ТБ-15		УБ-15			Н-15		С-15		В-15			И-15	
		АЧ-16					ОЧ-16		ЮБ-16			ТБ-16		УБ-16			Н-16		С-16		В-16			И-16	
		АЧ-17					ОЧ-17		ЮБ-17			ТБ-17		УБ-17			Н-17		С-17		В-17			И-17	
		АЧ-18					ОЧ-18		ЮБ-18			ТБ-18		УБ-18			Н-18		С-18		В-18			И-18	
		АЧ-19					ОЧ-19		ЮБ-19			ТБ-19		УБ-19			Н-19		С-19		В-19			И-19	
		АЧ-20					ОЧ-20		ЮБ-20			ТБ-20		УБ-20			Н-20		С-20		В-20			И-20	
		АЧ-21					ОЧ-21		ЮБ-21			ТБ-21		УБ-21			Н-21		С-21		В-21			И-21	
		АЧ-22					ОЧ-22		ЮБ-22			ТБ-22		УБ-22			Н-22		С-22		В-22			И-22	
		АЧ-23					ОЧ-23		ЮБ-23			ТБ-23		УБ-23			Н-23		С-23		В-23			И-23	
		АЧ-24					ОЧ-24		ЮБ-24			ТБ-24		УБ-24			Н-24		С-24		В-24			И-24	
		АЧ-25					ОЧ-25		ЮБ-25			ТБ-25		УБ-25			Н-25		С-25		В-25			И-25	
		АЧ-26					ОЧ-26		ЮБ-26			ТБ-26		УБ-26			Н-26		С-26		В-26			И-26	
		АЧ-27					ОЧ-27		ЮБ-27			ТБ-27		УБ-27			Н-27		С-27		В-27			И-27	
		АЧ-28					ОЧ-28		ЮБ-28			ТБ-28		УБ-28			Н-28		С-28		В-28			И-28	
		АЧ-29					ОЧ-29		ЮБ-29			ТБ-29		УБ-29			Н-29		С-29		В-29			И-29	
		АЧ-30					ОЧ-30		ЮБ-30			ТБ-30		УБ-30			Н-30		С-30		В-30			И-30	
		АЧ-31					ОЧ-31		ЮБ-31			ТБ-31		УБ-31			Н-31		С-31		В-31			И-31	
		АЧ-32					ОЧ-32		ЮБ-32			ТБ-32		УБ-32			Н-32		С-32		В-32			И-32	
		АЧ-33					ОЧ-33		ЮБ-33			ТБ-33		УБ-33			Н-33		С-33		В-33			И-33	
		АЧ-34					ОЧ-34		ЮБ-34			ТБ-34		УБ-34			Н-34		С-34		В-34			И-34	
		АЧ-35					ОЧ-35		ЮБ-35			ТБ-35		УБ-35			Н-35		С-35		В-35			И-35	
		АЧ-36					ОЧ-36		ЮБ-36			ТБ-36		УБ-36			Н-36		С-36		В-36			И-36	
		АЧ-37					ОЧ-37		ЮБ-37			ТБ-37		УБ-37			Н-37		С-37		В-37			И-37	
		АЧ-38					ОЧ-38		ЮБ-38			ТБ-38		УБ-38			Н-38		С-38		В-38			И-38	
		АЧ-39					ОЧ-39		ЮБ-39			ТБ-39		УБ-39			Н-39		С-39		В-39			И-39	
		АЧ-40					ОЧ-40		ЮБ-40			ТБ-40		УБ-40			Н-40		С-40		В-40			И-40	
		АЧ-41					ОЧ-41		ЮБ-41			ТБ-41		УБ-41			Н-41		С-41		В-41			И-41	
		АЧ-42					ОЧ-42		ЮБ-42			ТБ-42		УБ-42			Н-42		С-42		В-42			И-42	
		АЧ-43					ОЧ-43		ЮБ-43			ТБ-43		УБ-43			Н-43		С-43		В-43			И-43	
		АЧ-44					ОЧ-44		ЮБ-44			ТБ-44		УБ-44			Н-44		С-44		В-44			И-44	
		АЧ-45					ОЧ-45		ЮБ-45			ТБ-45		УБ-45			Н-45		С-45		В-45			И-45	
		АЧ-46					ОЧ-46		ЮБ-46			ТБ-46		УБ-46			Н-46		С-46		В-46			И-46	
		АЧ-47					ОЧ-47		ЮБ-47			ТБ-47		УБ-47			Н-47		С-47		В-47			И-47	
		АЧ-48					ОЧ-48		ЮБ-48			ТБ-48		УБ-48			Н-48		С-48		В-48			И-48	
		АЧ-49					ОЧ-49		ЮБ-49			ТБ-49		УБ-49			Н-49		С-49		В-49			И-49	
		АЧ-50					ОЧ-50		ЮБ-50			ТБ-50		УБ-50			Н-50		С-50		В-50			И-50	
		АЧ-51					ОЧ-51		ЮБ-51			ТБ-51		УБ-51			Н-51		С-51		В-51			И-51	
		АЧ-52					ОЧ-52		ЮБ-52			ТБ-52		УБ-52			Н-52		С-52		В-52			И-52	
		АЧ-53					ОЧ-53		ЮБ-53			ТБ-53		УБ-53			Н-53		С-53		В-53			И-53	
		АЧ-54					ОЧ-54		ЮБ-54			ТБ-54		УБ-54			Н-54		С-54		В-54			И-54	
		АЧ-55					ОЧ-55		ЮБ-55			ТБ-55		УБ-55			Н-55		С-55		В-55			И-55	
		АЧ-56					ОЧ-56		ЮБ-56			ТБ-56		УБ-56			Н-56		С-56		В-56			И-56	
		АЧ-57					ОЧ-57		ЮБ-57			ТБ-57		УБ-57			Н-57		С-57		В-57			И-57	
		АЧ-58					ОЧ-58		ЮБ-58			ТБ-58		УБ-58			Н-58		С-58		В-58			И-58	
		АЧ-59					ОЧ-59		ЮБ-59			ТБ-59		УБ-59			Н-59		С-59		В-59			И-59	
		АЧ-60					ОЧ-60		ЮБ-60			ТБ-60		УБ-60			Н-60		С-60		В-60			И-60	
		АЧ-61					ОЧ-61		ЮБ-61			ТБ-61		УБ-61			Н-61		С-61		В-61			И-61	
		АЧ-62					ОЧ-62		ЮБ-62			ТБ-62		УБ-62			Н-62		С-62		В-62			И-62	
		АЧ-63					ОЧ-63		ЮБ-63			ТБ-63		УБ-63			Н-63		С-63		В-63			И-63	
		АЧ-64					ОЧ-64		ЮБ-64			ТБ-64		УБ-64			Н-64		С-64		В-64			И-64	
		АЧ-65					ОЧ-65		ЮБ-65			ТБ-65		УБ-65			Н-65		С-65		В-65			И-65	
		АЧ-66					ОЧ-66		ЮБ-66			ТБ-66		УБ-66			Н-66		С-66		В-66			И-66	
		АЧ-67					ОЧ-67		ЮБ-67			ТБ-67		УБ-67			Н-67		С-67		В-67			И-67	
		АЧ-68					ОЧ-68		ЮБ-68			ТБ-68		УБ-68			Н-68		С-68		В-68			И-68	
		АЧ-69					ОЧ-69		ЮБ-69			ТБ-69		УБ-69			Н-69		С-69		В-69			И-69	
		АЧ-70					ОЧ-70		ЮБ-70			ТБ-70		УБ-70			Н-70		С-70		В-70			И-70	
		АЧ-71					ОЧ-71		ЮБ-71			ТБ-71		УБ-71			Н-71		С-71		В-71			И-71	
		АЧ-72					ОЧ-72		ЮБ-72			ТБ-72		УБ-72			Н-72		С-72		В-72			И-72	
		АЧ-73					ОЧ-73		ЮБ-73			ТБ-73		УБ-73			Н-73		С-73		В-73			И-73	
		АЧ-74					ОЧ-74		ЮБ-74			ТБ-74		УБ-74			Н-74		С-74		В-74			И-74	
		АЧ-75					ОЧ-75		ЮБ-75			ТБ-75		УБ-75			Н-75		С-75		В-75			И-75	
		АЧ-76					ОЧ-76		ЮБ-76			ТБ-76		УБ-76			Н-76		С-76		В-76			И-76	
		АЧ-77					ОЧ-77		ЮБ-77			ТБ-77		УБ-77			Н-77		С-77		В-77			И-77	
		АЧ-78					ОЧ-78		ЮБ-78			ТБ-78		УБ-78			Н-78		С-78		В-78			И-78	
		АЧ-79					ОЧ-79		ЮБ-79			ТБ-79		УБ-79			Н-79		С-79		В-79			И-79	
		АЧ-80					ОЧ-80		ЮБ-80			ТБ-80		УБ-80			Н-80		С-80		В-80			И-80	
		АЧ-81					ОЧ-81		ЮБ-81			ТБ-81		УБ-81			Н-81		С-81		В-81			И-81	
		АЧ-82					ОЧ-82		ЮБ-82			ТБ-82		УБ-82			Н-82		С-82		В-82			И-82	
		АЧ-83					ОЧ-83		ЮБ-83			ТБ-83		УБ-83			Н-83		С-83		В-83			И-83	
		АЧ-84					ОЧ-84		ЮБ-84			ТБ-84		УБ-84			Н-84		С-84		В-84			И-84	
		АЧ-85					ОЧ-85		ЮБ-85			ТБ-85		УБ-85			Н-85		С-85		В-85			И-85	
		АЧ-86					ОЧ-86		ЮБ-86			ТБ-86		УБ-86			Н-86		С-86		В-86			И-86	
		АЧ-87					ОЧ-87		ЮБ-87			ТБ-87		УБ-87			Н-87		С-87		В-87			И-87	

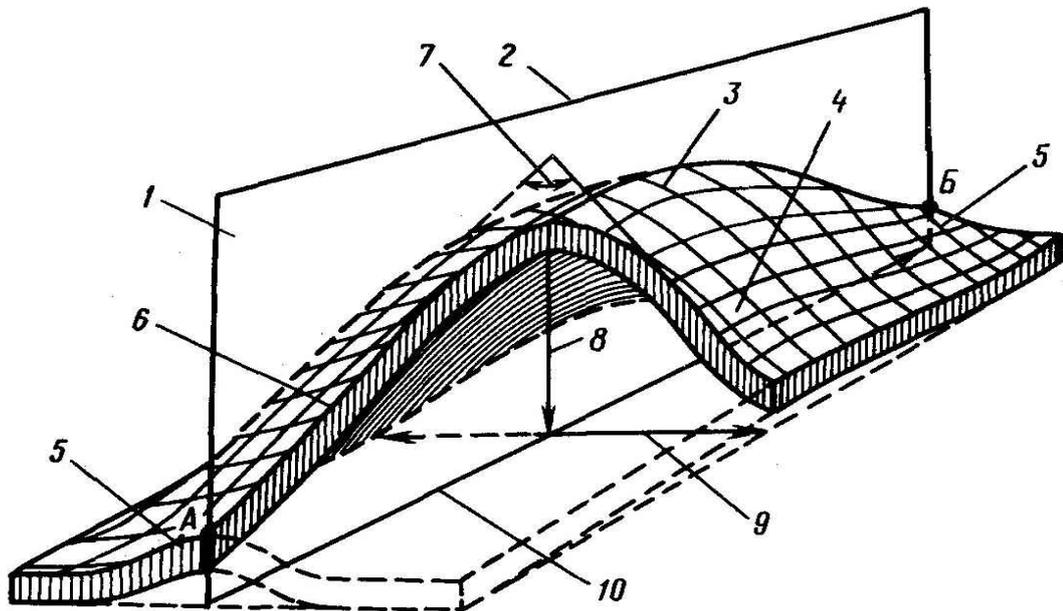


Рис. 3 - Элементы антиклинальной складки (1/4 складки условно удалена).

1 – осевая плоскость; 2 – ось; 3 – свод (замок); 4 – крыло; 5 – периклиналь; 6 – шарнир АБ; 7 – угол; 8 – амплитуда; 9 – ширина; 10 – длина

*Антиклинальными* называются выпуклые складки, в которых пласты падают в противоположные стороны, а в центральных частях залегают более древние породы, чем на периферии (рис. 4, а). *Синклинальными* называются вогнутые складки, в которых пласты падают навстречу друг другу, а в центральных частях располагаются более молодые породы, чем на периферии (рис. 4, б).

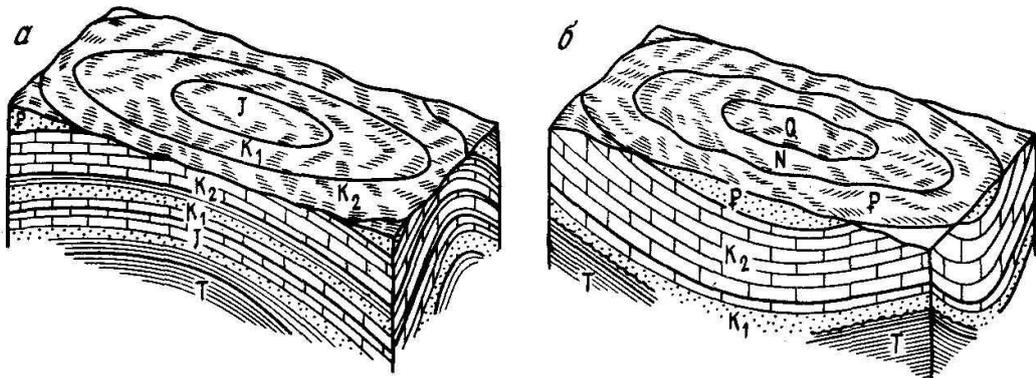


Рис. 4 - Антиклинальная (а) и синклинальная (б) складки

Антиклинальные и синклинальные складки имеют следующие элементы: крылья, шарнир, замок, угол, осевую поверхность, ось; ядро характеризуется шириной, амплитудой и длиной (рис. 3). *Крылья* — боковые части складки. *Шарнир* — линия, проходящая через точки максимального перегиба любого из пластов, образующих складку. В продольном вертикальном разрезе шарнир нередко воздымается и погружается (ундулирует). *Замок* — участок складки в области шарнира, где происходит перегиб крыльев. Иногда замок антиклинальной складки называют сводом, а замок синклинали — мульдой. *Угол* складки — угол, заключенный между крыльями складки, мысленно продолженными до их пересечения. *Осевая поверхность* — воображаемая поверхность, проходящая через шарниры всех пластов складки. *Ось* складки

(осевая линия складки в плане) — линия пересечения осевой поверхности складки с горизонтальной плоскостью. *Ядро* складки — толща горных пород, слагающих замок антиклинальных и синклиналичных складок.

*Амплитуда* складки — вертикальное расстояние от перегиба антиклинали до перегиба сопряженной синклинали. *Длина* — расстояние в плане от одного периклинального окончания до другого. Замыкание антиклинальной складки называется **периклиналью**, а замыкание синклиналичной складки — *центриклиналью*.

Складки различаются по особенностям строения, отражающимся в поперечном сечении и плане. По особенности строения в поперечном разрезе складки делятся на ряд типов. По положению осевой поверхности и крыльев выделяют прямые, наклонные, лежащие и перевернутые складки. У *прямых* складок осевая поверхность вертикальная, а крылья располагаются симметрично (рис. 5, а). Осевая поверхность *наклонных* складок наклонена, крылья падают в разные стороны (рис. 5, б). Разновидностью наклонных являются опрокинутые складки, оба крыла которых наклонены в одну сторону. У *лежащих* складок осевая поверхность находится в положении, близком к горизонтальному, крылья почти параллельны друг другу (рис. 5, б). Осевая поверхность перевернутых складок находится ниже горизонтальной плоскости, крылья развернуты (рис. 5, г).

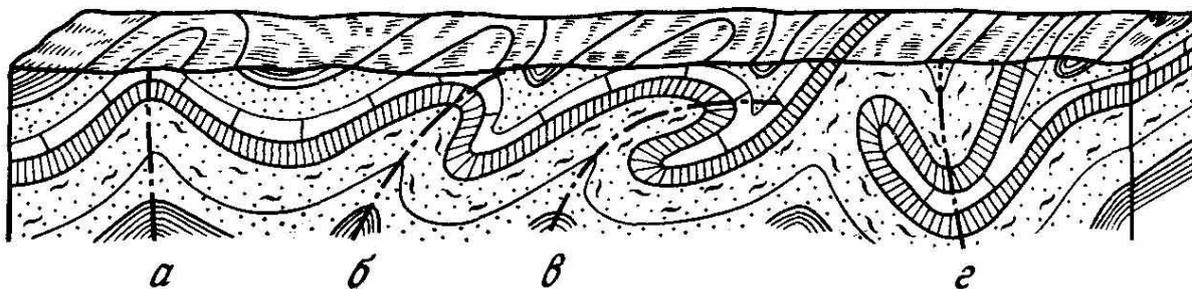


Рис. 5 - Типы складок по положению осевой поверхности:  
а — прямая, б — наклонная, в — перевернутая

По характеру расположения крыльев и форме замка различают складки нормальные (гребневидные), изоклинальные, веерообразные и сундучные (коробчатые). У *нормальных* (гребневидных) складок крылья сходятся под острым углом, а замок имеет остроугольную форму (рис. 6, а). *Изоклинальные* складки имеют узкий замок и параллельные крылья (рис. 6, б). Веерообразные складки отличаются широким замком, веерообразно расходящимися крыльями и пережатым ядром (рис. 6, в). У *сундучных* (коробчатых) складок широкий замок и относительно крутые, почти вертикальные крылья (рис. 16, г).

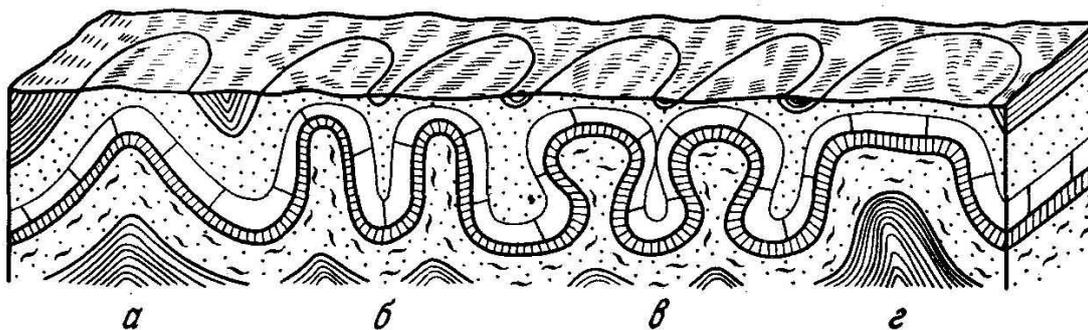


Рис. 6 - Типы складок по положению крыльев:  
а — нормальная, б — изоклинальные, в — веерообразные, г — перевернутая

Особенности строения складок в плане также позволяют выделить ряд типов. По соотношению длины и ширины различают линейные и прерывистые складки. *Линейные* образуются при интенсивном смятии пород и имеют узкую вытянутую в плане форму. Отношение длины к ширине у таких складок составляет  $10 \div 1 \div 20 \div 1$  и более. В периклиналях и центриклиналях пласты залегают более полого, чем на крыльях.

Линейные складки в плане бывают *прямолинейными, дугообразноизогнутыми, ветвящимися, виргирующими, кулисообразными и сигмовидными* (рис. 7). Часто по простиранию один тип линейных складок сменяется другим.



Рис. 7 - Типы складок в плане: а – прямолинейные, б – дугообразно изогнутые, в – ветвящиеся, г – виргирующие, д – кулисообразные, е – сигмовидная

*Прерывистые* складки характерны для областей спокойного геологического развития. В плане их длина незначительно превышает ширину. Среди прерывистых складок выделяют брахискладки, валы, купола и диапиры. У *брахискладок* отношение длины к ширине изменяется в пределах 2:1—5:1. Среди них различают *брахиантиклинали* и *брахисинклинали*. *Купола* представляют собой антиклинали, у которых отношение длинной оси к короткой меньше 2:1. В плане они имеют округлые изометричные очертания. Синклинальный аналог куполов — *мульды*. Крупные вытянутые антиклинальные поднятия, состоящие из брахиантиклиналей и куполов, называют *валами*. Они протягиваются на десятки и сотни километров. Нередко амплитуды валообразных поднятий достигают 200—300 м. Углы падения пластов на крыльях валов невелики и обычно не превышают 3—5°.

Своеобразной формой куполовидных прерывистых складок являются *диапиры* (купола с ядром протыкания). Характерные особенности диапиров — наличие пластичных пород (соль, гипс, глины и др.) в ядре и закономерное увеличение угла наклона пластов от крыльев к ядру складки (рис. 8). Если ядра сложены каменной солью, складки называются *соляными куполами*. Диапиры образуются при выдавливании высокопластичных пород ядра складки (соль, гипс, глина) вверх, в область пониженного горного давления. В результате диапировые ядра приобретают различные формы — линз, штоков, грибов и т. д.

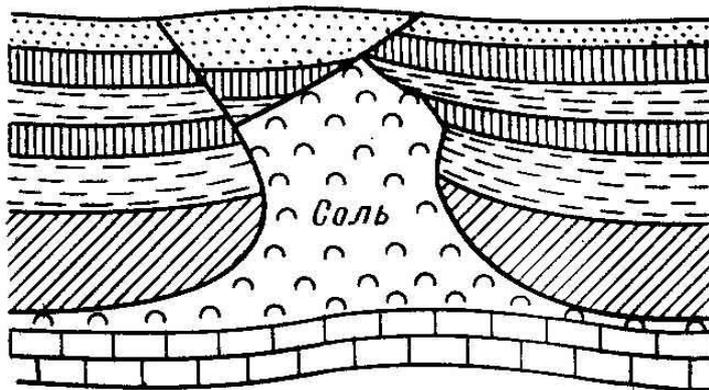


Рис. 8 - Диапировая складка

### Задание

В тетради для практических работ записать общие положения, графически изобразить складки. Устно ответить на вопросы для самопроверки.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое складка?
2. Перечислить элементы складки?
3. Назвать типы складок по положению осевой поверхности
4. Перечислить типы складок по положению крыльев

### Практическая работа № 4

#### Условное обозначение петрографического состава горных пород

#### Общие положения

Для обозначения горных пород (без учета возраста) на геологических картах, разрезах и стратиграфических колонках применяются цветные, буквенные и штриховые условные обозначения.

При изображении горных пород и полезных ископаемых руководствуются следующим. Если площадь, занятая изображением горных пород и полезных ископаемых на чертеже, равна или больше площади условных знаков в таблицах, размеры элементов условных знаков, толщину их линий, линий штриховки, расстояние между элементами и линиями штриховки берут из таблиц, соблюдая показанное в них расположение элементов и линий штриховки.

На меньшей площади элементы условных знаков и штриховку наносят, соблюдая подобие в их расположении и уменьшая расстояния между ними и между линиями штриховки, но сохраняя при этом наглядность условного знака.

### Задание

В тетради для практических работ графически изобразить петрографический состав горных пород по их происхождению. Устно ответить на вопросы для самопроверки.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какие обозначения применяются для обозначения горных пород?
2. Назвать горные породы осадочного происхождения.
3. Чем отличаются глины от глинистых сланцев?

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### Горные породы

	Конгломераты		Основные эффузивы
	Гравелиты		Туфы основных эффузивов
	Пески, песчаники		Туфопесчаники
	Алевролиты		Туфоалевролиты
	Глины, аргиллиты,		Лавобрекчии
	Сланцеватые аргиллиты, глинистые сланцы		Основные и ультраосновные интрузивные породы
	Известняки		Габбро- и плагиограниты
	Песчанистые известняки		Кислые и интрузивные породы
	Глинистые известняки		Порфиритоиды
	Мел		Порфириоиды
	Мергели		Гнейсы
	Доломиты		Амфиболиты
	Гипс		Кристаллические сланцы
	Ангидрит		Кварциты
	Каменная соль		Железистые кварциты
	Кремнистые отложения		Оолитовые породы
	Уголь		Фосфориты
	Горючие сланцы		Тиллиты
	Шунгит		Докембрийский фундамент
	Кислые эффузивы		
	Туфы кислых эффузивов		
	Эффузивы среднего состава		
	Туфы эффузивов среднего состава		
		<b>Геологические границы</b>	
			Структурное несогласие
			Стратиграфическое несогласие

Рисунок 2 – Условные обозначения горных пород

**Практическая работа № 5**  
**Определение молекулярной массы и плотности газа.**  
**Определение плотности, объемного коэффициента и усадки нефти**

Общие положения

Под плотностью нефтяного газа понимают его массу, заключенную в 1 м<sup>3</sup> при 0 °С и атмосферном давлении P = 0,1 МПа, измеряется в кг/м<sup>3</sup>.

Относительная плотность газа – это отношение плотности газа к плотности воздуха при стандартных условиях. Под нормальными условиями понимают условия, при которых давление P = 0,1 МПа, а температура T = 273 К (0°С); под стандартными – P = 0,1 МПа, T = 293 К (20°С).

Молекулярная масса газа определяется путем суммирования масс атомов, входящих в молекулу; измеряется в молях или киломолях. Для всех газов объем киломоля постоянен и равен при стандартных условиях 24,05 м<sup>3</sup>, при нормальных - 22,41 м<sup>3</sup>.

1. Молекулярная масса газа при известном объемном составе рассчитывается по формуле:

$$M_{\Gamma} = \sum y_i M_i, \quad (5.1)$$

где  $y_i$  - мольная доля i- го компонента в газовой фазе;  $M_i$  - молекулярная масса i- го компонента; n - число компонентов в смеси газов.

2. Плотность газа при нормальных условиях вычисляется по формуле:

$$\rho_{\Gamma 0} = M_{\Gamma} / 22,41, \quad (5.2)$$

при стандартных условиях - по формуле:

$$\rho_{\Gamma \text{ст}} = M_{\Gamma} / 24,05. \quad (5.3)$$

3. Относительная плотность газа по воздуху рассчитывается по формуле:

$$\rho_{\Gamma} = M_{\Gamma} / 28,98. \quad (5.4)$$

где 28,98 - молекулярная масса воздуха

Или по формуле:

$$\rho_{\Gamma}^1 = \frac{\rho_{\Gamma}}{1,293} \quad (5.5)$$

Важной характеристикой нефти является плотность. Обычно она составляет 750...940 кг/м<sup>3</sup>, но бывают нефти с плотностью более 1000 кг/м<sup>3</sup> и менее 750 кг/м<sup>3</sup>. Вместе с нефтью на поверхность извлекается газ, называемый попутным.

Количество газа в м<sup>3</sup>, приведенное к нормальным условиям, приходящееся на 1 т или 1 м<sup>3</sup> извлеченной нефти, называется газовым фактором.

Газ выделяется из нефти на всем пути движения от пласта до установок подготовки; окончательное отделение газа происходит на установках подготовки нефти в концевых сепараторах. Объем дегазированной нефти отличается от объема пластовой нефти. Изменение объема нефти характеризует объемный коэффициент, определяемый отношением объема нефти в пластовых условиях к объему дегазированной нефти. По величине объемного коэффициента можно определить усадку нефти, показывающую уменьшение объема нефти после дегазации.

Условные обозначения в расчетах:

p - давление, МПа;

t - температура, °С;

$\Gamma_0$  - газонасыщенность, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$\lambda_{\text{нГ}}$  - коэффициент изменения объема нефти из-за изменения ее насыщенности газом;

$\rho_{\text{н}}$ ,  $\rho_{\Gamma}$  - плотность соответственно нефти и газа при 20 °С и 0,1 МПа, кг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_{\text{н}}$  - коэффициент термического расширения нефти.

1. Объемный коэффициент нефти можно рассчитать по формуле:

$$b = 1 + \lambda_{\text{НГ}} \cdot \Gamma_0 + \alpha_{\text{Н}} (t-20) - 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot p. \quad (5.6)$$

Для нефтей в пластовых условиях объемный коэффициент приближенно можно рассчитать по формуле:

$$b = 1 + 3 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma_0. \quad (5.7)$$

Коэффициент изменения объема нефти из-за изменения ее насыщенности газом  $\lambda_{\text{НГ}}$  рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{\text{НГ}} = 10^{-3} [4,3 + 0,858\rho_{\text{Г}} + 5,2(1 - 1,5 \Gamma_0 \cdot 10^{-3}) \Gamma_0 \cdot 10^{-3} - 3,54\rho_{\text{Н}} \cdot 10^{-3}] \quad (5.8)$$

Коэффициент термического расширения нефти  $\alpha_{\text{Н}}$  рассчитывают в зависимости от плотности нефти по следующим формулам:

$$\alpha_{\text{Н}} = 10^{-3} \cdot 2,638(1,169 - \rho_{\text{Н}} \cdot 10^{-3}) \quad \text{при } 780 < \rho_{\text{Н}} < 860 \text{ кг/м}^3,$$

$$\alpha_{\text{Н}} = 10^{-3} \cdot 1,975(1,272 - \rho_{\text{Н}} \cdot 10^{-3}) \quad \text{при } 860 < \rho_{\text{Н}} < 960 \text{ кг/м}^3 \quad (5.9)$$

2. Плотность нефти с растворенным в ней газом определяют по формуле:

$$\rho_{\text{НГ}} = b^{-1} (\rho_{\text{Н}} + \rho_{\text{Г}} \cdot \Gamma_0). \quad (5.10)$$

3. Коэффициент усадки  $u$  рассчитывается следующим образом:

$$u = (b - 1) / b. \quad (5.11)$$

### Задача 1

Рассчитать молекулярную массу каждого компонента, молекулярную массу газа, его плотность при стандартных условиях и относительную плотность по воздуху. В таблице 1 приведены составы газов типичных газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений.

Таблица 1 - Компонентный состав газа

Вариант	Месторождение	Компонентный состав газа, % объемные							
		CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
1	Самотлорское	53,4	7,2	15,1	8,3	6,3	0,1	9,6	-
2	Уренгойское	98,84	0,1	0,03	0,02	0,01	0,3	1,7	-
3	Оренбургское	84,0	5,0	1,6	0,70	1,80	1,1	4,2	1,6
4	Шатлыкское	95,6	2,0	0,34	0,10	0,05	1,15	0,76	-
5	Астраханское	58,86	1,88	0,6	0,23	0,12	11,0	1,38	26,5
6	Ромашкинское <sup>3</sup>	37,3	20,7	18,9	9,5	4,8	-	8,8	-
7	Туймазинское <sup>4</sup>	39,47	16,83	6,58	2,8	1,1	-	31,62	1,6

Таблица 2 - Атомные массы компонентов

Компонент	Водород	Углерод	Кислород	Сера	Азот
Атомная масса	1,008	12,011	15,999	32,064	14,007

### Задача 2

Рассчитать плотность, объемный коэффициент и усадку нефти по исходным данным, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Исходные данные для расчетов

Вариант	Газовый фактор, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Плотность дегазированной нефти, кг/м <sup>3</sup>	Плотность газа, кг/м <sup>3</sup>	Пластовое давление, МПа	Пластовая температура, °С
1/11	17,0	891	1,52	17,0	40
2/12	19,9	883	1,34	16,7	53

<sup>3</sup> Состав газовой фазы после однократного разгазирования

<sup>4</sup> После первой ступени сепарации угленосной нефти

3/13	15,6	860	1,46	15,4	37
4/14	15,0	854	0,88	18,3	29
5/15	16,7	842	0,95	20,5	24
6/16	20,8	859	1,12	15,7	42
7/17	18,0	900	1,43	17,8	25
8/18	14,4	891	0,98	18,0	47
9/19	14,5	900	1,01	19,2	50
10/20	15,4	862	0,94	16,9	41

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимают под плотностью нефти? Единица измерения плотности?
2. Как определяется молекулярная масса газа?
3. Что такое газовый фактор?
4. Что характеризует изменение объема нефти?

### Практическая работа № 6

#### Расчет коэффициента общей пористости и абсолютной проницаемости горных пород. Определение удельной поверхности породы

Общие положения

Под пористостью горной породы понимают наличие в ней пустот (пор). Коэффициентом полной (или абсолютной) пористости  $m_n$  называется отношение суммарного объема пор  $V_{\text{пор}}$  в образце породы к видимому его объему  $V_{\text{обр}}$

$$m_n = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{обр}}} \quad (6.1)$$

Измеряется коэффициент пористости в долях или в процентах объема породы. По происхождению поры и другие пустоты подразделяются на первичные и вторичные. К первичным относят пустоты между зёрнами, промежутки между плоскостями наложения и т. д., образующиеся в процессе осадконакопления и формирования породы. Ко вторичным — поры, образующиеся в результате последующих процессов разлома и дробления породы, растворения, возникновения трещин, (например, вследствие доломитизации) и т. д.

Проницаемость — фильтрационный параметр горной породы, характеризующий ее способность пропускать к забоям скважин нефть, газ и воду.

Абсолютно непроницаемых тел в природе нет. Однако при сравнительно небольших перепадах давлений в нефтяных пластах многие породы в результате незначительных размеров пор в них оказываются практически мало или совсем непроницаемыми для жидкостей и газов (глины, сланцы и др.).

Большая часть осадочных пород обладает той или иной проницаемостью. Поровое пространство этих пород, кроме пространства с субкапиллярными порами, слагается порами большого размера. По экспериментальным данным, диаметры подавляющей части пор нефтесодержащих коллекторов больше 1 мкм.

В процессе разработки нефтяных и газовых месторождений встречаются различные виды фильтрации в пористой среде жидкостей и газов или их смесей — совместное движение нефти, воды и газа или воды и нефти, нефти и газа или только нефти или газа. При этом проницаемость одной и той же пористой среды для данной фазы в зависимости от количественного и качественного состава фаз в ней будет различной. Поэтому для характеристики проницаемости пород нефтесодержащих пластов введены понятия абсолютной, эффективной (фазовой) и относительной проницаемостей.

Для характеристики физических свойств пород используется абсолютная проницаемость.

Под абсолютной принято понимать проницаемость пористой среды, которая определена при наличии в ней лишь одной какой-либо фазы, химически инертной по отношению к породе.

Абсолютная проницаемость—свойство породы, и она не зависит от свойств фильтрующейся жидкости или газа и перепада давления, если нет взаимодействия флюидов с породой. На практике жидкости часто взаимодействуют с породой (глинистые частицы разбухают в воде, смолы забивают поры). Поэтому для оценки абсолютной проницаемости обычно используется воздух или газ, так как установлено, что при движении жидкостей в пористой среде на ее проницаемость влияют физико-химические свойства жидкостей.

Фазовой называется проницаемость пород для данного газа или жидкости при наличии или движении в порах многофазных систем. Значение ее зависит не только от физических свойств пород, но также от степени насыщенности порового пространства жидкостями или газом и от их физико-химических свойств.

Относительной проницаемостью пористой среды называется отношение фазовой проницаемости этой среды для данной фазы к абсолютной.

Удельной поверхностью называется площадь поверхности всех частиц, слагающих породу в единице объема. Вследствие небольших размеров отдельных зерен песка и большой плотности укладки поверхность порового пространства пласта может достигать огромных значений, что значительно осложняет задачу полного извлечения нефти из породы.

### Задача 1

Определить коэффициент общей пористости образца породы, если объем зерен в образце  $V_3$ . Образец имеет форму цилиндра с диаметром  $D_{обр}$  и длиной  $L_{обр}$ . Данные для расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	1/11	2/12	3/13	4/14	5/15	6/16	7/17	8/18	9/19	10/20
$D_{обр}$ , мм	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
$L_{обр}$ , мм	30	35	40	45	30	35	40	45	30	35
$V_3$ , см <sup>3</sup>	16	20	25	22	18	19	20	22	13	16

Решение:

Определяем коэффициент пористости по соотношению:  $m=(V_0 - V_3)/V_0$ , где  $V_0$ ,  $V_3$ —объемы соответственно образца породы и зерен в образце, см<sup>3</sup>.

### Задача 2

По данным задачи 1 и таблицы 2 определить коэффициент абсолютной проницаемости породы, пропуская воздух через образец длиной  $L_{обр}$  и диаметром  $D_{обр}$ . Давление перед и за образцом соответственно  $P_1$  и  $P_2$ . Вязкость воздуха при 20 °С (в условиях опыта)  $\mu=0,018$  мПа·с. За  $t$  через образец переместилось  $V_в$  воздуха при атмосферном давлении.

Таблица 2 – Исходные данные

Вариант	1/11	2/12	3/13	4/14	5/15	6/16	7/17	8/18	9/19	10/20
$P_1 \times 10^5$ , Па	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
$P_2 \times 10^5$ , Па	1,0	1,2	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,5	1,8
$V_в$ , м <sup>3</sup>	0,0036	0,0038	0,004	0,0042	0,0035	0,0039	0,0041	0,0045	0,0044	0,0035
$t$ , с	180	190	185	200	175	195	200	210	205	179

Решение:

Коэффициент абсолютной проницаемости  $k$  определяют по формуле

$$k = \frac{2 \cdot \mu \cdot l \cdot P_2 \cdot V_в}{F(P_1^2 - P_2^2)t} \quad (6.2)$$

где  $l$ —длина образца, м;  $F$ —площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup>;  $\mu$ —вязкость воздуха, мПа/с;  $V_в$ —объем воздуха, переместившегося через образец, м<sup>3</sup>;  $P_1$ ,  $P_2$ —давление

соответственно перед и за образцом, Па;  $t$ — время продувки, с. Подставив в формулу числовые значения величин, получим:

### Задача 3

Определить удельную поверхность породы с проницаемостью  $k$  и пористостью  $m$  по результатам задач 1 и 2.

Решение. Приближенно удельную поверхность породы можно найти по формуле:

$$F_{уд} = Cm\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (6.3)$$

где  $C$  - коэффициент, зависящий от разнородности частиц песка (принимается равным 0,353).

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимают под пористостью горной породы?
2. Единицы измерения пористости?
3. Что такое абсолютная проницаемость горной породы?
4. Что такое удельная поверхность?

## 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Задачами самостоятельной работы студента (СРС) являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, для эффективной подготовки к итоговому зачету.

Полученный объем знаний должен позволить будущему выпускнику квалифицированно выполнять должностные обязанности в качестве высококвалифицированных работников и инженерно-технического персонала на объектах добычи нефти, хранения и распределения нефти и нефтепродуктов.

### 1. Виды самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка практических работ;
- выполнение домашних заданий в виде индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплины и т.д.

В зависимости от особенностей профиля перечисленные виды работ могут быть расширены и заменены на специфические.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита практических работ (во время проведения практической работы);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);

## **2. Организация СРС**

Процесс организации самостоятельной работы обучающихся включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

## **3. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы**

Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение: конспекта лекций, их дополнение; рекомендованной литературы; активное участие на практических занятиях. Для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских дисциплин;
2. Наличие умений и навыков умственного труда;
3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в обучении;
4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается удовлетворительным физическим состоянием;
5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у обучающегося умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе;
6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в учебной деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним;
7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько обучающемуся.

#### **4. Формирование и развитие навыков учебной самостоятельной работы**

В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя обучающийся должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу обучающихся и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу обучающийся должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе обучающихся.

Обучающийся может:

- сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ФГОС ВО по данной дисциплине самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа обучающихся оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

#### **5. Рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы**

**Работа с книгой.** При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Различают два вида чтения: первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения. Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

#### **Правила самостоятельной работы с литературой.**

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми следует познакомиться.
- Данный перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится, а что интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге. Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- Все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

#### **Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:**

1. Информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию);
2. Усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
3. Аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
4. Творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

#### **Основные виды систематизированной записи прочитанного:**

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

**Конспект** – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

**Самопроверка.** После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях обучающемуся рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

**Консультации.** Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала у обучающегося возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах обучающийся должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

**Подготовка к экзамену.** Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Рейтинговая оценка знаний обучающихся представлена в таблице 8.1 рабочей программы.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина/модуль Основы нефтегазовой геологии

Код, направление подготовки/специальность 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60) Примитивный уровень сформированной компетенции	3 (61-75) Средний уровень сформированной компетенции	4 (76-90) Хороший уровень сформированной компетенции	5 (91-100) Высокий уровень сформированной компетенции
ПКС-6 Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-6.1 Анализирует и классифицирует основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	Знать (З1): основные производственные процессы в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	не знает основные производственные процессы в области нефтегазовой геологии	поверхностно знает основные производственные процессы в области нефтегазовой геологии	знает основные производственные процессы в области нефтегазовой геологии; допускает незначительные ошибки в анализе основных производственных процессов	обладает системными знаниями основных производственных процессов в области нефтегазовой геологии
		Уметь (У1): применять принципы процессного подхода в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	не умеет применять принципы процессного подхода в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	испытывает затруднения в применении принципов процессного подхода; допускает ошибки при сочетании теории и практики в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	умеет применять принципы процессного подхода в практической деятельности; допускает незначительные ошибки при сочетании теории и практики в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	умеет без затруднений применять принципы процессного подхода в практической деятельности; уверенно сочетает теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60) Примитивный уровень сформированной компетенции	3 (61-75) Средний уровень сформированной компетенции	4 (76-90) Хороший уровень сформированной компетенции	5 (91-100) Высокий уровень сформированной компетенции
		Владеть: (В1): навыками анализа и классификации основных производственных процессов, представляющих единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	не владеет навыками анализа и классификации основных производственных процессов, представляющих единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	неуверенно анализирует и классифицирует основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	владеет навыками анализа и классификации основных производственных процессов, представляющих единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений	без ошибок анализирует и классифицирует основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий и функций производственных подразделений

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина/модуль Основы нефтегазовой геология

Код, направление подготовки/специальность 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Бондарев В. П. Геология [Текст] : учебное пособие / В. П. Бондарев. – Изд. 2-е. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 208 с. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Эл.ресурс	30	100	+ <a href="#">h</a>
2	Милютин А. Г. Геология [Текст] : учебник для бакалавров / А. Г. Милютин. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2014. – 543 с.	30	30	100	-
3	Геология и геохимия нефти и газа : учебник / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов, В. Е. Хаин. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-211-05326-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/13049.html">http://www.iprbookshop.ru/13049.html</a> (дата обращения: 01.10.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Эл.ресурс	30	100	+



Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Козлов

*15 мая 2019 г.*

Библиотекарь I категории



\_\_\_\_\_  
(подпись)

/Н.П.Циркова /