

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной образовательной программы



Денисова Я.В.
28 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.О.06.03 «Физика пласта»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

(код и наименование направления подготовки)

Автоматизированные системы управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2026

Рабочая программа дисциплины *Б1.О.06.03* «Физика пласта» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Программу составила:

Мария Евгеньевна Сторожева, старший преподаватель
кафедры геологии и нефтегазового дела ТНИ СахГУ

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись



Рабочая программа дисциплины «Геология нефтегазосодержащих пластов» утверждена на заседании кафедры геологии и нефтегазового дела, протокол № 9 от 28 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой
геологии и нефтегазового дела, к.б.н., доцент



Денисова Я.В.

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – готовность выпускников к междисциплинарной экспериментально-исследовательской деятельности для решения задач, связанных с условиями нахождения в горных породах нефти, газа, газоконденсата и воды и особенностями их извлечения в процессе разработки, способами определения емкостно-фильтрационных свойств пород-коллекторов нефти и газа.

Задачи дисциплины:

формирование представлений у студентов:

- об условиях нахождения нефти, газа и воды в породах,
- о поверхностно-молекулярных особенностях системы «пласт-вода-нефть-газ» и их влиянии на условия нахождения нефти, газа и воды в породах,
- об используемых в нефтегазовом деле свойствах пород и физических основах методов их определения,
- о физико-химических свойствах нефти, газа и пластовых вод; характере их изменения в зависимости от влияния различных природных факторов,
- о физических основах вытеснения нефти и газа из пористой среды

формирование знаний у студентов:

- о комплексе физических параметров, используемых для оценки пород-коллекторов нефти и газа и флюидоупоров;
- о физических основах лабораторных методов, используемых для определения свойств пласта по кернавому материалу;
- о составе, свойствах, особенностях нахождения и извлечения флюидов, находящихся в пустотном пространстве пород;
- о роли «Физики пласта» для смежных дисциплин нефтегазового дела, определяющих физические свойства пород другими методами;

формирование умений:

- производить оценку коллекторских, нефтегазоотдающих и экранирующих свойств пород по результатам традиционного комплекса определяемых физических свойств;
- использовать полученные знания по дисциплине «Физика пласта» при решении практических задач нефтегазового дела, в том числе в смежных дисциплинах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Дисциплина относится к базовой части программы бакалавриата Блока 1 и является обязательной для изучения. Она непосредственно связана с дисциплинами естественно-научного и математического цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Курс построен на основе современных требований к уровню подготовки бакалавров и направлен на формирование у студентов представлений о геологических, физических свойствах горных пород и насыщающих их флюидов (нефти, газа, газоконденсата и воды), об особенностях их извлечения в процессе разработки.

Эффективное изучение дисциплины предполагает наличие базовых знаний по таким дисциплинам, как: «Физика», «Общая геология», «Основы нефтегазового дела».

Знания, полученные при изучении «Геология нефтегазосодержащих пластов» могут в освоении таких дисциплин, как «Разработка нефтяных и газовых месторождений», «Эксплуатация нефтяных и газовых скважин», «Основы автоматизации технологических процессов в нефтегазовом производстве», «Текущий и капитальный ремонт скважин» и др.

Знания, полученные при изучении геологии нефтегазосодержащих пластов, обеспечивают научное понимание хозяйственной практики, обоснование нефтехимических закономерностей, позволяют подготовить информационную, логическую и творческую базу выполнения курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

3 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК - 1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.1. Использует основные законы дисциплин инженерно-технического модуля ОПК-1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ОПК-1.4. Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
ОПК - 4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1. Сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-4.2. Обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы

4. Структура и содержание дисциплины «Физика пласта»

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Вид работы	Очная форма обучения	
	Трудоёмкость, акад. часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоемкость	144	144
Контактная работа:	54	54
Лекционные занятия	16	16
Лабораторные работы	32	32
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	5	5
Контактная работа в период промежуточной аттестации ПА	1	1
Контроль	26	26
Самостоятельная работа:	64	64
самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, ГОСТов и др.)		
подготовка к лабораторным занятиям		
подготовка к промежуточной аттестации		
подготовка к экзамену		

4.2 Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

					Очная форма обучения	
№	Раздел дисциплины/темы	с	Виды учебной	К	Формы текущего	

п/п			работы (в часах)						контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная			Самостоятельная работа			
			Лекции	Лабораторные занятия	Конт-ТО/КонтПА				
1	Общие сведения о дисциплине «Геология нефтегазосодержащих пластов»	4	2	2	5/1	5	26	Блиц-опрос. Работа с оборудованием.	
2	Условия нахождения нефти, газа и воды в породах	4	2	4		5		Блиц-опрос. Работа с оборудованием.	
3	Поверхностно-молекулярные особенности системы «пласт-вода-нефть-газ» и их влияние на условия нахождения нефти, газа и воды в породах	4	4	4		10		Фронтальный опрос. Работа с оборудованием.	
4	Физические свойства пород и методы их изучения	4	2	4		10		Презентация. Работа с оборудованием.	
5	Состав и свойства нефти, газа и пластовых вод	4	2	6		10		Блиц-опрос. Работа с оборудованием.	
6	Фазовые состояния углеводородных систем	4	2	6		15		Презентация. Работа с оборудованием.	
7	Физические основы вытеснения нефти, газа и конденсата из пористой среды	4	2	6		9		Блиц-опрос. Работа с оборудованием.	
	Экзамен							экзамен по билетам	
	Итого: 144		16	32	5/1	64	26		

4.3 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о дисциплине Геология нефтегазосодержащих пластов

Предпосылки возникновения «Геологии нефтегазосодержащих пластов». Что изучает эта дисциплина. Основные цели и задачи. Объекты и методы исследований. Связь с общетеоретическими дисциплинами. Связь со смежными дисциплинами нефтегазового дела, роль и значение «Геологии нефтегазосодержащих пластов» для этих дисциплин.

Раздел 2. Условия нахождения нефти, газа и воды в породах

Породы-коллекторы нефти, газа, воды. Кондиционные породы-коллекторы нефти и газа. Флюидоупоры. Виды пустот в породах. Особенности происхождения этих пустот, разделение их на группы по размерам. Особенности фильтрации флюидов в каждой из таких групп пустот. Основные типы пород-коллекторов и принципиальные отличия между ними.

Раздел 3. Поверхностно-молекулярные особенности системы «пласт-вода-нефть-газ» и их влияние на условия нахождения нефти, газа и воды в породах

Поверхностно-молекулярные свойства системы «пласт – вода – нефть – газ», от чего они зависят и как влияют на условия нахождения флюидов в породах. Остаточная вода, ее виды, свойства и условия нахождения в породах-коллекторах нефти и газа. Капиллярное давление. Полярность молекул нефти, газа и воды, от чего зависит степень полярности молекул и как она влияет на свойства этих флюидов. Поверхностно-активные веще-

ства (ПАВ) и принцип их действия при попадании в нефтенасыщенную породу. Поверхностное натяжение на границе раздела «жидкость-газ». Смачивание пород. От чего она зависит и на какие свойства пород влияет. Краевой угол смачивания. Гидрофильные и гидрофобные породы. Гистерезис смачивания.

Раздел 4. Физические свойства пород и методы их изучения

Основные виды физических свойств горных пород. Понятие коллекторских (емкостно-фильтрационных) свойств. По каким параметрам они оцениваются.

Гранулометрический состав горных пород. Существующие способы его определения. Классификация пород по гранулометрическому составу

Пористость пород. От чего зависит объем и размер пор в породе. Виды пористости: абсолютная (полная, общая), открытая (насыщения), эффективная (динамическая), трещинная. Как они определяются, от чего зависят и на что влияют.

Проницаемость пород. От чего она зависит. Виды проницаемости: абсолютная, эффективная (фазовая), относительная. Их физическая суть. Методы определения. Классификация пород по проницаемости.

Взаимосвязь между пористостью, проницаемостью и радиусом пор горных пород. Для чего она используется

Удельная поверхность пород, от чего она зависит и на что влияет. Способы ее оценки.

Нефтенасыщенность, газонасыщенность и остаточная водонасыщенность пород. От чего зависят величины этих параметров, и какими способами определяются: прямой способ, способ центрифугирования, способ испарения, способ капилляриметрии.

Механические свойства горных пород: упругость, пластичность, прочность на разрыв и сжатие.

Тепловые свойства пород: удельная теплоемкость, коэффициенты температуропроводности и теплопроводности.

Карбонатность пород, на что она влияет и как определяется.

Электрические, акустические, диффузионно-адсорбционные и др. свойства пород. Для каких целей они определяются и как используются.

Раздел 5. Состав и свойства нефти, газа и пластовых вод

Химический и фракционный состав нефтей. Классификация нефтей по химическому составу. Физические свойства нефтей: газосодержание, объемный коэффициент, усадка, давление насыщения, плотность, вязкость, текучесть, сжимаемость и др. Характер их изменений в зависимости от влияния различных природных факторов. Причины и характер различий состава и свойств нефтей в поверхностных и в пластовых условиях. Реологические характеристики нефтей. Растворимость газов в нефти и в воде.

Химический состав, физическое состояние и физические свойства природных углеводородных газов. Уравнение состояния природных газов. Объемный коэффициент пластового газа. Плотность. Влагосодержание. Вязкость.

Виды пластовых вод по отношению к нефтегазовым залежам. Химический состав и основные типы пластовых вод. Жесткость и pH пластовых вод, разделение их по этим параметрам. Физические свойства пластовых вод: плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, электропроводность и др.

Раздел 6. Фазовые состояния углеводородных систем

Фазовые состояния углеводородных систем. Схема фазовых превращений однокомпонентных систем. Ретроградные явления. Газоконденсатная характеристика. Сырой и стабильный конденсат.

Раздел 7. Физические основы вытеснения нефти, газа и конденсата из пористой среды

Источники пластовой энергии. Режимы работы залежей нефти и газа. Физические основы извлечения нефти, газа и конденсата из пористой среды при различных режимах работы залежей: водонапорном, газовой шапки, растворенного газа, упругом, упруговодонапорном, гравитационном, газовом, смешанном. Наиболее благоприятные условия для проявления каждого из этих режимов.

Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах. Критерии подобия. Способы определения нефтеотдачи залежей.

4.4 Темы и планы лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1, лабораторная работа № 2:

Экстрагирование образцов керна

Задание: Подготовить сухой образец коллектора путём удаления углеводородной и водяной фазы из пустотного объема породы при горячей обработке её углеводородными растворителями в аппарате Соксклета (экстрагированием).

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчёт по следующему плану:

1. Цель работы
2. Виды экстрагируемого керна
3. Описание установки
4. Ход работы
5. Меры безопасного ведения работ
6. Вывод
7. Ответить на контрольные вопросы:
 1. Какова цель экстрагирования керна?
 2. В каком виде керн загружается в аппарат Соксклета?
 3. Какие жидкости используют в качестве рабочих в аппаратах Соксклета?
 4. Какова технология процесса экстрагирования?
 5. Каковы требования техники безопасного ведения работ?

Лабораторная работа № 3, лабораторная работа № 4:

Определение пористости горных пород

Задание: Определить коэффициент пористости сопряженный с обязательным дроблением образца породы до составляющих его зерен. Интерес этого параметра представляется лишь с познавательных позиций (в геологическом аспекте).

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчёт по следующему плану:

1. Цели работы.
 2. Описание установки.
 3. Ход работы.
 4. Меры безопасного ведения работ.
- Форма записи результатов измерения:

P_1	P_2	P_3	Кп
масса сухого чистого образца породы в воздухе, г	масса насыщенного керосином образца породы в керосине, г	масса насыщенного керосином образца породы в воздухе, г	Пористость образца, %

Ответить на контрольные вопросы:

1. Как подготавливают образцы для определения их пористости?

2. Перечислите необходимые приборы и материалы.
3. В каком порядке производится работа?
4. Какие меры безопасности должны выполняться при проведении работы?

Лабораторная работа № 5, лабораторная работа № 6:

Определение коэффициента абсолютной проницаемости пород

Задание:

1. Определение коэффициента абсолютной проницаемости пород
2. Произвести необходимые расчеты для заполнения таблиц
3. Построить график «Зависимость $f(y)$ от k »

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчёт по следующему плану:

1. Цель работы.
2. Составные элементы установки.
3. Ход работы
4. Цена деления используемых измерительных приборов
5. Геометрические размеры керна
6. Номера скважин
7. Заполненные таблицы:

Таблица 1 – Результаты определения коэффициента абсолютной проницаемости горных пород

Номера скважин	Номера образцов	$P_{\text{ман}}, \text{МПа}$	$V, \text{м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$k \cdot 10^{-15}, \text{м}^2$
2101	1	0,1	0,0034	180	162
	2	0,1	0,0063	180	300
	3	0,1	0,0116	180	552
	4	0,1	0,0288	180	1371
	5	0,1	0,0324	180	1542
	6	0,1	0,0368	180	1752
	7	0,1	0,0389	180	1852
	8	0,1	0,0431	180	2051
2102	1	0,12	0,003	180	112
	2	0,12	0,0075	180	279
	3	0,12	0,0122	180	480
					
	10	0,12	0,0564	180	2098
2103	1	0,11			309
	2	0,11			491
	3	0,11			722
					
.....					
2110	1	0,11	0,003	180	102
	2	0,11	0,0092	180	305
	3	0,11	0,0153	180	519
					
	10	0,11	0,0606	180	2026

Обработка результатов лабораторной работы – построение вероятностно-статистической модели слоисто неоднородного пласта

Результаты проведённой лабораторной работы отображаем в виде таблицы 2

Номер сква- жины	Интервал проницаемости k , 10^{-15} м^2										
	0- 200	200- 400	400- 600	600- 800	800- 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600	1600 - 1800	1800 - 2000	>200 0
Толщина пропластков в м											
2101	7,3	12,2	1,4	0	1,5	0,4	1,1	0	0	0,1	1,7
2102	1,9	6,2	2,7	7,1	2,3	1,3	0,2	0,3	0	0,1	2,4
2103	0	17,8	4,5	5,4	0,6	0,5	0,4	0,2	0	0	1,5
2104	2,4	3,1	0	1,1	3,4	0	0,7	0,1	0,2	0	1,6
2105	2,3	0	12,8	0,8	0,8	0	0,1	1,2	0	0,3	2,9
2106	3,6	8,4	14,2	4,1	0,3	3,1	0,2	0,2	0	0	0,1
2107	0	5,5	7,3	0	1,3	1,1	0	0	1,2	0	0
2108	5,1	15,6	4,4	3,2	0,6	0,7	0,5	0,2	0	0,2	0,5
2109	2,9	14,2	3,9	3,3	0,9	0,4	0,9	0,4	0	0	0
2110	0,9	3,4	3,0	4,1	3,2	0,6	0,5	0,1	0	0,2	0,6
Общая тол- щина про- пластков, м	26,4	86,4	54,2	29,1	14,9	8,1	4,6	2,7	1,4	0,9	11,3

Таблица 3

Параметр	Δk , 10^{-15} м^2									
	0-200	200- 400	400- 600	600- 800	800- 1000	1000- 1200	1200- 1400	1400- 1600	1600- 1800	1800- 2000
k , 10^{-15} м^2	100	300	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900
Δh , м	26,4	86,4	54,2	29,1	14,9	8,1	4,6	2,7	1,4	0,9
$f(y)$	0,055	0,54	0,565	0,425	0,28	0,185	0,125	0,085	0,05	0,035
$y = \ln - k$	-29,9	-28,9	-28,3	-27,95	-27,7	-27,5	-27,33	-27,19	-27,06	-26,99

8. По данным таблиц построить график зависимости

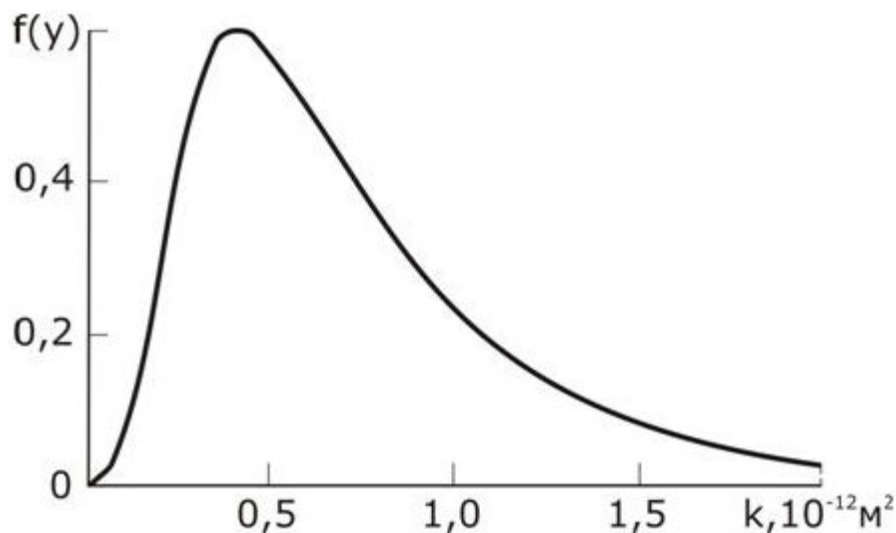


Рисунок: Зависимость $f(y)$ от k при $\sigma=0,665$, $K = 0,410 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$

9. Ответить на контрольные вопросы:
 1. Перечислите основные элементы приборов (установок) для определения абсолютной проницаемости горных пород.
 2. Укажите различия (по назначению) в конструкциях приборов и установок для определения абсолютной проницаемости горных пород.
 3. Перечислите составные элементы установки для определения абсолютной проницаемости горных пород данной лабораторной работы.
 4. Опишите принцип действия данной установки.
 5. Назовите категории проницаемости горных пород и дайте их формулировки.
 6. Запишите формулу Дарси для определения абсолютной проницаемости горных пород по воздуху (газу).
 7. Объясните, для чего в формулу Дарси вводится объемный расход воздуха (газа), приведенный к среднему давлению в керне.
 8. Запишите окончательную формулу для определения коэффициента абсолютной проницаемости горной породы по результатам проведения данной лабораторной работы.

Лабораторная работа № 7, лабораторная работа № 8:

Определение коэффициента открытой пористости пород методом насыщения их при вакуумировании

Задание:

1. Определить коэффициент открытой пористости. Открытая пористость называется чистой пористостью насыщения, что несет в себе утилитарный смысл, так как она и определяет емкостную характеристику коллектора, то есть запасы нефти (газа или воды)
2. Произвести необходимые расчеты для заполнения таблицы
3. Построить график «Зависимость абсолютной проницаемости k образцов пород скважины №... от их пористости $m_0^{(cp)}$ »

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчет по следующему плану:

1. Цели работы.
2. Составные элементы установки.
3. Ход работы.
4. Цена деления используемых измерительных приборов
5. Геометрические размеры керна
6. Номера образцов
7. Заполненная таблица

Результаты измерения открытой пористости образцов пород по скважине №...

Номера образцов	V_2 , см ³	$V_{\text{пор}}$, см ³	m_0 , доли ед.	$m_0^{(1)}$, доли ед.	$m_0^{(\text{cp})}$, доли ед.	$k \cdot 10^{-15}$, м ²
1	2	3	4	5	6	7

Примечание: различия в замерах m_0 и $m_0^{(1)}$ находятся в пределах от 2,1% до 4,5%.

8. Построенная «Зависимость абсолютной проницаемости k образцов пород скважины №... от их пористости $m_0^{(\text{cp})}$ ».

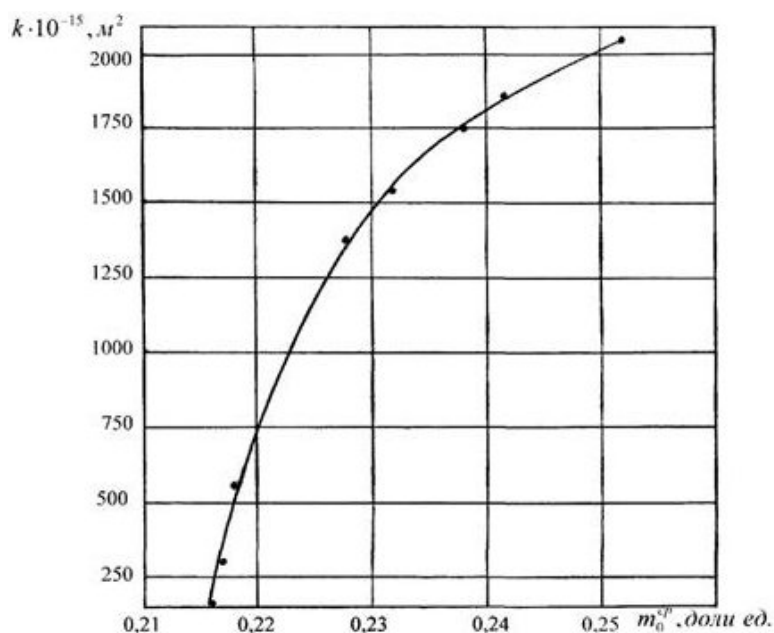


Рисунок: Зависимость абсолютной проницаемости k образцов пород скважины №2101 от их пористости $m_0^{(\text{cp})}$

9. Ответить на контрольные вопросы:
1. Перечислите основные элементы установки для определения пористости образцов горных пород методом насыщения при вакуумировании.
 2. Опишите порядок выполнения данной лабораторной работы.
 3. Запишите формулу для определения открытой пористости образца горной породы по результатам данной лабораторной работы.
 4. Перечислите другие методы определения пористости горных пород.
 5. Назовите категории пористости горных пород и дайте их формулировки.
 6. Объясните причины, из-за которых в данной лабораторной установке используется не реальная дегазированная нефть, а жидкость её имитирующая.
 7. Дайте объяснение причин нелинейности графика зависимости абсолютной проницаемости образцов горных пород от их пористости.

Лабораторная работа № 9, лабораторная работа № 10:

Определение остаточной нефтенасыщенности горных пород.

Задание: Определить остаточную нефтенасыщенность горных пород.

Указания по выполнению заданий:

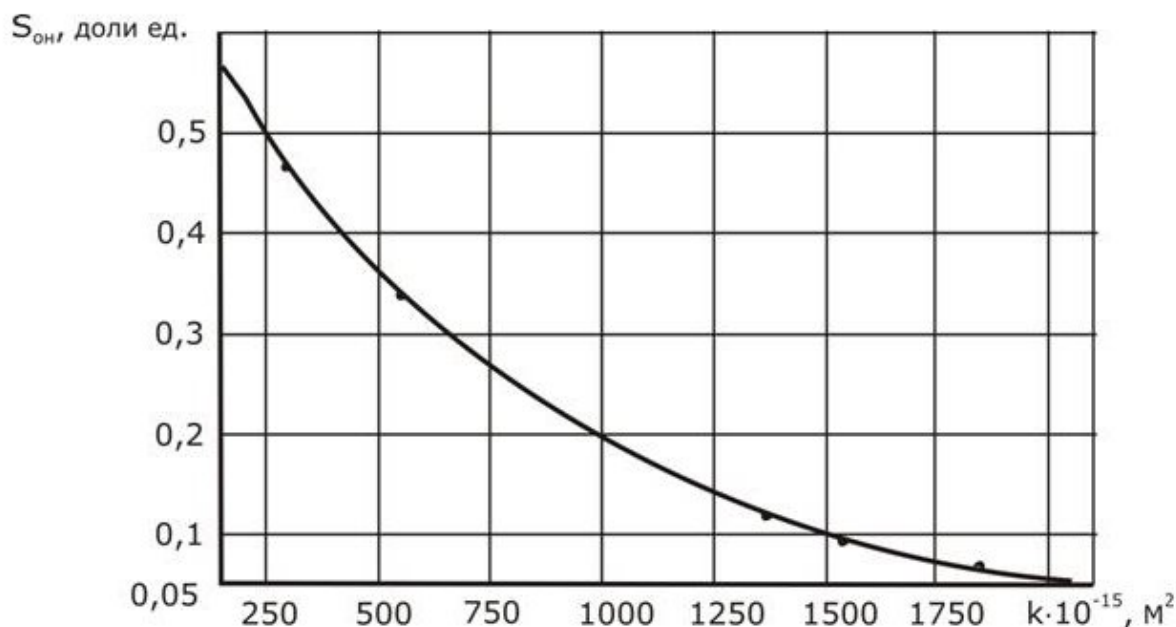
Сформировать отчёт по следующему плану:

1. Цель работы
2. Составные элементы установки
3. Цена деления используемых измерительных приборов
4. Геометрические размеры керна
5. Номера образцов
6. Заполненная таблица

Таблица Результаты определения остаточной нефтенасыщенности образцов пород скважины №...

Показатели	Номера образцов породы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{\text{пор}}, \text{см}^3$								
$V_{\text{н}}, \text{см}^3$								
$S_{\text{он}}, \text{доли ед.}$								
$k \cdot 10^{-15}, \text{м}^2$								

7. Построенная «Зависимость остаточной нефтенасыщенности образцов пород $S_{\text{он}}$ от их проницаемости k ».



8. Выводы

2. Ответить на контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы установки данной лабораторной работы для определения остаточной нефтенасыщенности горных пород.
2. Опишите порядок выполнения данной лабораторной работы.
3. Запишите формулу для определения остаточной нефтенасыщенности образца горной породы по результатам данной лабораторной работы.
4. Назовите категории насыщенности горных пород флюидами и запишите их формулы.
5. Дайте объяснение причин нелинейности графика зависимости остаточной нефтенасыщенности образцов горных пород от их проницаемости.

Лабораторная работа № 11, лабораторная работа № 12:

Определение остаточной водонасыщенности методом центрифугирования.

Задание: Определить остаточную водонасыщенность методом центрифугирования.

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчет по следующему плану:

1. Цель работы.
2. Описание установки.
3. Ход работы.
4. Меры безопасного ведения работ.

Отчет выполняется по той же схеме, что инструкция к лабораторной работе. К отчету следует приложить схему аппарата без детализации узлов установки. Заполните все таблицы наблюдений (замеров), приведите полностью расчеты проницаемости по приведенной формуле.

2. Ответить на контрольные вопросы

1. Какие вам известны категории проницаемости пород-коллекторов?
2. Почему введено понятие абсолютной проницаемости породы?
3. Какие факторы влияют на величину фазовой проницаемости?
4. Назовите основные узлы установки ГК-5.
5. Почему в расчетной зависимости для газопроницаемости используют абсолютные значения давлений и расходы при нормальных условиях?
6. Как записывается расчетная формула?
7. Почему требуется проведение опыта при трех режимах фильтрации газа?

Лабораторная работа № 13, лабораторная работа № 14:

Определение плотности породы методом гидростатического взвешивания.

Задание: Определить плотность пород для выяснения характера связей плотности с другими петрофизическими величинами, а также для оценки особенностей формирующегося осадка; выявления региональной и локальной смены пород.

Указания по выполнению заданий:

Сформировать отчет по следующему плану:

1. Цели работы.
2. Описание установки.
3. Ход работы.
4. Меры безопасного ведения работ.

Форма записи результатов измерения

P_1 , масса чистого сухого образца, г	P_2 , масса запарафинированного образца в воздухе, г	P_3 , масса запарафинированного образца в воде, г	$V_{обр.}$, объем образца, $см^3$	ρ , плотность образца, г/см

Ответить на контрольные вопросы:

1. Как нужно отбирать и подготавливать образцы для определения плотности?
2. Перечислите необходимые приборы и материалы.
3. В какой последовательности производится работа?
4. Какие меры безопасности должны выполняться при проведении работы?

Лабораторная работа № 15, лабораторная работа № 16:

Насыщение образцов керна водой на учебной системе насыщения TS-534.

Задание: Насытить образцы керна водой на учебной системе насыщения TS-534.

Указания по выполнению заданий:

Порядок действий (рекомендованный)

1. Возьмите из шкафа образцы керна одной пробы, положите на передвижной столик учебной установки. Можно взять все образцы одновременно (при клике на полку шкафа или на поверхность стола все образцы займут свои места).

2. Канистру с дистиллированной водой поставьте на стол. Скрутите крышку. Заполните три стакана водой. Налив автоматический - $\frac{1}{2}$ стакана. Закрутите канистру, уберите в шкаф.

Примечание: В реальности уровень воды должен быть выше образцов не менее, чем на $\frac{1}{2}$ дюйма.

3. Стаканы с жидкостью поставьте в эксикатор.

4. Образцы керна поместите в стаканы, закройте крышкой эксикатор.

5. Переключатель на передней панели переведите в положение VAC.

6. Включите насос кнопкой на задней панели установки. Давление на вакуумметре упадет от 0 до -25 за 30 с. После включения насоса от образцов начнут отделяться пузырьки воздуха и подниматься на поверхность.

7. При достижении давления -25 (если в течении 1 мин пользователь не выключил насос) выводится сообщение слева сверху «Необходимое давление достигнуто, выключите насос».

8. После выключения насоса появится сообщение слева сверху «Время насыщения ЧЧ:ММ». Для ускорения выполнения лабораторной работы нужно воспользоваться ползунком «Масштаб времени 1:XX». Условное время насыщения 4 часа.

9. По достижении условных 4 часов (240 минут) сообщение изменится на: «Процесс экстракции закончен, можно извлечь образцы».

10. Переключите клапан на передней панели в положение сообщения с атмосферой, откройте крышку эксикатора.

11. Извлеките стаканы, поставьте на стол. При клике левой кнопкой на стакан, образец анимировано переместится на стол. Воду из стаканов слейте в раковину. Повторите опыт с образцами другой пробы.

Лабораторное занятие № 17 в форме семинара:

Вопросы для обсуждения:

1. Методы определения гранулометрического состава пород.
2. Определение коэффициентов полной, открытой, закрытой, эффективной и динамической пористости.
3. Абсолютная и эффективная (фазовая) проницаемость.
4. Характер влияния водонасыщенности горных пород на коэффициент относительной проницаемости. Диаграмма трехфазного потока.
5. Удельная поверхность горных пород и её влияние на параметры пористой среды.
6. Влияние трещиноватости и кавернозности на параметры пористой среды.
7. Водно-, нефте- и газонасыщенность пород.
8. Методы исследования пористого пространства.
9. Факторы, определяющие напряженное состояние горных пород.
10. Влияние горных выработок на напряжения в горной породе.
11. Виды деформаций пород.
12. Влияние упругих свойств пород на движение нефти по пласту.
13. Зависимость объемной упругости пласта от коэффициентов сжимаемости породы, пор, твердой фазы.
14. Геотермические параметры осадочной толщи.

15. Основной состав нефти и газа.
16. Влияние примесных элементов на свойства нефтей и газов.
17. Зависимость плотности и вязкости газов от давления и температуры.
18. Уравнение состояния газов.
19. Коэффициент сжимаемости газа, влияние давления и температуры.
20. Сжимаемость нефти и её зависимость от состава, температуры и давления.

Усадка нефти.

21. Давление насыщения нефти газом.
22. Растворимость газов в нефти и её зависимость от давления. Влияние растворенного газа на параметры нефти.
23. Зависимость плотности нефти от растворенных газов.
24. Вязкость нефти, влияние газов, давления, температуры.
25. Изменение свойств нефти в пределах залежи.
26. Колориметрические методы определения параметров нефти.
27. Термодинамические свойства газов и нефти.
28. Понятие энтальпии и энтропии.
29. Остаточная вода в залежах и её влияние на фильтрацию нефти.
30. Минерализация, плотность и сжимаемость пластовых вод.
31. Размер переходных зон нефть–вода, вода–газ, нефть–газ.
32. Вязкость пластовой воды, влияние температуры, давления, минерализации.
33. Зависимость растворимости газов в воде от давления.

Лабораторное занятие № 18 в форме семинара:

Вопросы для обсуждения:

1. Типы залежей и фазовые состояния в залежах.
2. Фазовое состояние газов с изменением давления и температуры.
3. Особенности фазового перехода компонента углеводорода.
4. Фазовое состояние двухкомпонентных систем.
5. Особенности фазового состояния многокомпонентных систем.
6. Абсолютная и относительная влажность газа и её влияние на фазовые превращения.
7. Фазовое состояние системы «нефть–газ».
8. Газогидратные залежи, их свойства.
9. Фазовые равновесия углеводородных систем. Константы равновесия.
10. Влияние температуры и давления на поверхностное натяжение нефти на границах с газом.
11. Смачивание и краевой угол.
12. Адгезия. Изменение углов смачивания при вытеснении нефти водой и воды нефтью.
13. Развитие процесса вытеснения нефти водой.
14. Силы, влияющие на фильтрацию жидкости в капиллярной среде.
15. Изменение водонасыщенности по длине пласта при вытеснении нефти водой.
16. Процесс вытеснения нефти выделяющим газом.
17. Нефтеотдача пластов при вытеснении ее водой, газом.
18. Зависимость коэффициента нефтеотдачи от неоднородности пласта, физико-химических свойств нефти и пород, скорости вытеснения.
19. Дроссельный эффект при движении флюидов.
20. Температурные эффекты в скважине при добыче нефти с различным газовым фактором, газа.
21. Способы повышения нефтеотдачи.

5. Темы дисциплины для самостоятельного изучения

Удельная поверхность горных пород	Составление плана-конспекта
Трещиноватость и кавернозность горных пород	Составление плана
Напряженное состояние пород	Составление плана
Деформация горных пород	Составление плана
Упругие изменения коллекторов	Составление плана
Тепловые свойства горных пород	Составление плана
Свойства пластовых вод	Составление плана
Повышение нефтеотдачи	Составление плана

Вопросы для самоконтроля.

1. Связь «Физики пласта» с другими дисциплинами, в чем она заключается, какие отличия в методах исследований
2. Роль и значение «Физики пласта» для смежных дисциплин нефтегазового дела
3. Закон Дарси. Закон Дюпюи. Отклонения от закона Дарси. Диффузия.
4. Просветность. Анизотропия проницаемости.
5. Неоднородность продуктивных пластов. Слоистая и зональная неоднородность. Коэффициент Дикстра-Парсонса.
6. Роль капиллярного давления в формировании зон водо-нефтяного и газо-нефтяного контакта.
7. Влияние минерализации воды на коэффициент вытеснения. Smart Water и Low Salinity.
8. Факторы, ухудшающие проводимость закреплённых и незакреплённых трещин.
9. Образование отложений асфальтенов, смол и парафинов. Механизмы образования твёрдой фазы.
10. Контактное и дифференциальное разгазирование нефти.
11. Организация петрофизической службы предприятия. Профильные, стандартные, специальные виды исследований.
12. Цифровая петрофизика. Трёхмерные модели пористых сред. Возможности расчёта петрофизических свойств.
13. Полярность молекул нефти, газа и воды, от чего она зависит и как влияет на свойства этих флюидов
6. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и принцип их действия при попадании в нефтенасыщенную породу
7. Поверхностное натяжение на границе раздела «жидкость-газ», от чего оно зависит.
8. От чего зависит величина пористости и размер пор горных пород?
9. Классификация горных пород по проницаемости.
10. Для каких целей отобран при бурении нефтенасыщенный керн подвергают герметизации (для определения каких параметров)?
11. Прямой способ определения нефте- и водонасыщенности пород, область применения этого способа и его физическая суть.
12. Косвенные способы определения нефте- и водонасыщенности пород. Физическая суть этих способов.
13. Комплексирование лабораторных определений коллекторских свойств пород с замерами их электрических, акустических, диффузионно-адсорбционных и др. характеристик. Для каких целей это делают?
14. Классификация нефтей по химическому составу.
15. Объёмный коэффициент и усадка пластовой нефти. От чего они зависят?
16. Классификация нефтей по их физическим свойствам.

17. Причины и характер различий состава и свойств нефти в стандартных поверхностных условиях и в пластовых условиях.
18. Уравнение состояния природных газов. Какие параметры можно оценить из этого уравнения?
19. Что характеризует объемный коэффициент газа и как можно оценить объем газа в пластовых условиях?
20. Растворимость газов в нефти и воде. Коэффициент растворимости газа
21. Контактное и дифференциальное разгазирование пластовой нефти
22. Какие выделяют типы пластовых вод по отношению к нефтегазовым залежам?
23. Как разделяются пластовые воды по минерализации? Какой ряд катионов и анионов характерен для пластовых вод? Основные типы пластовых вод по химическому составу
24. Что значит жесткость пластовой воды и как ее можно оценить? Что такое pH пластовой воды?
25. Какие закономерности характерны для плотности и вязкости пластовых вод?
26. Чем обусловлена электропроводность пластовых вод?
27. Схема фазовых превращений однокомпонентных УВ-газовых систем?
28. Ретроградные явления в УВ-системах.
29. Сырой и стабильный конденсат. Газоконденсатный фактор. Выход конденсата.
30. Источники пластовой энергии, режимы работы залежей
31. Какие факторы влияют на величину нефтеотдачи пласта? Нефтеотдача при различных режимах работы залежей
32. Физические основы вытеснения нефти при водонапорном и упругом режимах работы залежи
33. Физические основы вытеснения нефти при газонапорном режиме и режиме растворенного газа
34. Физические основы вытеснения нефти при гравитационном режиме и упруговодонапорном режиме
35. Получение капиллярных кривых методом полупроницаемой мембраны.
36. Получение капиллярных кривых методом центрифугирования.
37. Определение распределения пор по радиусам.
38. Определение коэффициента вытеснения нефти.
39. Определение относительной фазовой проницаемости.
40. Способы измерения механических характеристик горных пород.
41. Измерение проводимости трещин.
42. Измерение смачивающих свойств горных пород.
43. Измерение поверхностного и межфазного натяжения.
44. Определение тепловых характеристик пород – теплопроводности и температуропроводности.
45. Определение низкотемпературных свойств нефти – температуры насыщения нефти парафином и температуры застывания нефти.
46. Определение давления насыщения нефти газом, характеристик разгазирования («бомба PVT»).
47. Тестирование кислотных составов. Основные процедуры и их назначение.
48. Тестирование полимеров и гелей. Основные процедуры и их назначение.
49. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для увеличения нефтеотдачи.
50. Тестирование жидкостей ГРП. Основные процедуры и их назначение.

6. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

Лекции: вводная лекция, лекция-информация, проблемная лекция, лекция-беседа. При проведении лекционных занятий используется аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Университета, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Лабораторные работы: Ситуация-упражнение, Круглый стол (дискуссия, дебаты), Деловые и ролевые игры Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ), технология проблемного обучения, технология учебного исследования. Работа на технологическом оборудовании. Лабораторные работы проводятся с использованием компьютерного оборудования Университета.

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Содержание	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
1	Тема 1. Общие сведения о дисциплине «Физика пласта»	Лекция 1.	Предпосылки возникновения «Физики пласта». Что изучает эта дисциплина. Основные цели и задачи. Объекты и методы исследований. Связь с общетеоретическими дисциплинами. Связь со смежными дисциплинами нефтегазового дела, роль и значение «Физики пласта» для этих дисциплин	знать: физические и химические свойства нефти, их основную классификацию уметь: пользоваться основной, дополнительной и справочной литературой для проверки соответствия качества товарных нефтепродуктов установленным в Российской Федерации ГОСТам владеть: методами исследования дисциплины «Физика пласта»	Вводная лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Лабораторное занятие 1,2.			Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением доклада
		Самостоятельная работа			Консультирование у преподавателя, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет, предоставление на проверку промежуточных результатов работы посредством электронной почты, тестирование
2	Тема 2. Условия нахождения нефти, газа и воды в породах	Лекция 2	Породы-коллекторы нефти, газа, воды. Кондиционные породы-коллекторы нефти и газа. Флюидоупоры. Виды пустот в породах. Особенности происхождения этих пустот, разделение их на группы по размерам. Особенности фильтрации флюидов в каждой из таких групп пустот. Основные типы	знать: основные названия пород-коллекторов нефти, газа, воды уметь: различать основные типы пород-коллекторов и принци-	Лекция-информация с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Лабораторное занятие 3,4			Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением

			пород-коллекторов и принципиальные отличия между ними.	ные отличия между ними. владеть: основным пониманием процессов, происходящих в породах-коллекторах	доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций
3	Поверхностно-молекулярные особенности системы «пласт-вода-нефть-газ» и их влияние на условия нахождения нефти, газа и воды в породах	Лекция 3	Поверхностно-молекулярные свойства системы «пласт – вода – нефть – газ», от чего они зависят и как влияют на условия нахождения флюидов в породах. Остаточная вода, ее виды, свойства и условия нахождения в породах-коллекторах нефти и газа. Капиллярное давление. Полярность молекул нефти, газа и воды, от чего зависит степень полярности молекул и как она влияет на свойства этих флюидов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и принцип их действия при попадании в нефтенасыщенную породу. Поверхностное натяжение на границе раздела «жидкость-газ». Смачивание пород. От чего она зависит и на какие свойства пород влияет. Краевой угол смачивания. Гидрофильные и гидрофобные породы. Гистерезис смачивания.	знать: от чего зависят поверхностно-молекулярные свойства системы «пласт – вода – нефть – газ» уметь: анализировать поверхностно-молекулярные свойства системы «пласт – вода – нефть – газ» владеть: основной информацией о поверхностном натяжении на границах разделов сред; гистерезисе смачивания; капиллярном давлении	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором. Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций
		Лабораторное занятие 5,6			
		Самостоятельная работа			
4	Тема 4. Физические свойства пород и методы их изучения	Лекция 4,5	Основные виды физических свойств горных пород. Понятие коллекторских (емкостно-фильтрационных) свойств. По каким параметрам они оцениваются. Гранулометрический состав горных пород. Существующие способы его определения. Классификация пород по гранулометрическому составу	знать: для чего используется удельная поверхность пород, от чего зависят нефтенасыщенность, газонасыщенность и остаточная водонасыщенность пород. уметь: анализировать гранулометрический состав горных пород, пористость пород, проницаемость пород, их взаимосвязь	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором. Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением доклада
		Лабораторное занятие 7,8	Пористость пород. От чего зависит объем и размер пор в породе. Виды пористости: абсолютная (полная, общая), открытая (насыщения), эффективная (динамическая), трещинная. Как они определяются, от чего зависят и на что влияют. Проницаемость пород. От чего она зависит. Виды проницаемости: абсолютная, эффективная (фазовая), относительная. Их физическая суть. Методы определения. Классификация пород по проницаемости.		Выдача задания кейса. Консультирование у преподавателя, изучение наглядных материалов, изучение списка рекомендуемой литературы, поиск информации в сети Интернет
		Самостоятельная работа			Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением доклада
		Лабораторное занятие 9,10			Проверка задания кейса, предоставление на проверку промежуточных результатов работы посредством электронной почты, консультирование и проверка домашних заданий
		Самостоятельная работа			

			Взаимосвязь между пористостью, проницаемостью и радиусом пор горных пород. Для чего она используется Удельная поверхность пород, от чего она зависит и на что влияет. Способы ее оценки. Нефтенасыщенность, газонасыщенность и остаточная водонасыщенность пород. От чего зависят величины этих параметров, и какими способами определяются: прямой способ, способ центрифугирования, способ испарения, способ капилляриметрии. Механические свойства горных пород: упругость, пластичность, прочность на разрыв и сжатие. Тепловые свойства пород: удельная теплоемкость, коэффициенты температуропроводности и теплопроводности. Карбонатность пород, на что она влияет и как определяется. Электрические, акустические, диффузионно-адсорбционные и др. свойства пород. Для каких целей они определяются и как используются?	осадочных пород	ний посредством защиты презентаций
5	Тема 5. Состав и свойства нефти, газа и пластовых вод	Лекция 6 Лабораторное занятие 11,12 Самостоятельная работа	Химический и фракционный состав нефтей. Классификация нефтей по химическому составу. Физические свойства нефтей: газосодержание, объемный коэффициент, усадка, давление насыщения, плотность, вязкость, текучесть, сжимаемость и др. Характер их изменений в зависимости от влияния различных природных факторов. Причины и характер различий состава и свойств нефтей в поверхностных и в пластовых условиях. Реологические характеристики нефтей. Растворимость газов в нефти и в воде. Химический состав, физическое состояние и физические свойства природных углеводородных газов. Уравнение состояния природных газов. Объемный коэффициент пластового газа. Плотность. Влагосодержание. Вязкость. Виды пластовых вод по отношению к нефтегазовым залежам. Химический состав и основные типы пластовых вод. Жесткость и pH пластовых вод, разделение их по этим параметрам. Физические свойства пла-	знать: Физические и химические свойства пластовых флюидов; реологические характеристики нефтей; уметь: анализировать растворимость газов в нефти и воде, давление насыщения; владеть: навыками анализа свойств пластовых флюидов	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором. Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе Развернутая беседа с обсуждением доклада Решение тестов -предоставление на проверку промежуточных результатов работы посредством электронной почты, консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций

			стовых вод: плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, электропроводность и др.		
6	Тема 6. Фазовые состояния углеводородных систем	Лекция 7	Фазовые состояния углеводородных систем. Схема фазовых превращений однокомпонентных систем. Ретроградные явления. Газоконденсатная характеристика. Сырой и стабильный конденсат.	знать: Фазовые состояния углеводородных систем уметь: составить газоконденсатную характеристику владеть: пониманием ретроградных явлений	Лекция – беседа с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Лабораторное занятие 13,14			Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе
		Самостоятельная работа			Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций
7	Тема 7. Физические основы вытеснения нефти, газа и конденсата из пористой среды	Лекция 8,9	Источники пластовой энергии. Режимы работы залежей нефти и газа. Физические основы извлечения нефти, газа и конденсата из пористой среды при различных режимах работы залежей: водонапорном, газовой шапки, растворенного газа, упругом, упруговодонапорном, гравитационном, газовом, смешанном. Наиболее благоприятные условия для проявления каждого из этих режимов. Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах. Критерии подобия. Способы определения нефтеотдачи залежей.	знать: Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред уметь: обосновать критерии подобия нефтяных и газовых залежей; владеть: моделированием процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах	Лекция-информация с использованием видеоматериалов, слайдов, блок-схем, таблиц и рисунков, комментируемых лектором.
		Лабораторное занятие 15,16			Работа с технологическим оборудованием в виртуальной лаборатории. Защита отчета о проделанной работе
		Самостоятельная работа			Развернутая беседа с обсуждением доклада
		Лабораторное занятие 17,18			Консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций
		Самостоятельная работа			Развернутая беседа с использованием метода «мозговой атаки» (мозгового штурма), изучение методик проведения расчетов, решение типовых задач Консультирование и проверка домашних заданий посредством защиты презентаций

8. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Геология нефтегазосодержащих пластов.

Для текущего контроля могут применяться кейс-ситуации, тесты, соответствующие содержанию тем разделов или доклады презентации по индивидуальным заданиям.

Кейс-ситуации

Кейс-ситуация – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

Цель: выработка навыков анализа ситуации, проблемы, развития аналитического мышления, коммуникативных навыков студентов.

Задание:

1. Проанализируйте кейсовую ситуацию
2. Определите проблемы освещаются в нем.
3. Каковы истоки этих проблем.
4. Оцените эффективность решения проблем.

Ситуация 1

Геологическая основа: модель очень мелкого месторождения из 5-8 пропластков с несколькими зонами, сбалансированными по фильтрационно-емкостным свойствам.

Стартовые условия: ограниченные финансовые средства, 5 разведочных скважин, 18 сервисных предприятий, полный набор геолого-технических мероприятий, реалистичная эффективность ГТМ, нормальные циклы стоимости нефти.

Критерий оценки: накопленная добыча нефти (расчет параметра автоматический).

Ситуация 2

Геологическая основа: модель мелкого месторождения с изменчивой геологией, ярко выраженными, относительно удаленными объектами.

Стартовые условия: ограниченные финансовые средства, 10 разведочных скважин, 23 сервисных предприятия (дополнительный набор предприятий по с мероприятиями по сейсморазведке, ГИС, исследованиям керна), полный набор геолого-технических мероприятий, реалистичная эффективность ГТМ, нормальные циклы стоимости нефти.

Критерий оценки: объем запасов, приходящихся на пробуренные и опробованные скважины (расчет параметра автоматический).

Ситуация 3

Геологическая основа: модель очень мелкого месторождения с низкой изменчивостью показателей, без осложнений, с высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

Стартовые условия: почти неограниченные финансовые средства, 10 разведочных скважин, 10 сервисных предприятий, ограниченный набор геолого-технических мероприятий, нереалистичная (повышенная) эффективность ГТМ, низкая волатильность стоимости нефти.

Критерий оценки: накопленная добыча нефти
(расчет параметра автоматический, критерий определяют условного победителя).

Ситуация 4

Геологическая основа: модель очень мелкого месторождения из 5-8 пропластков с несколькими зонами, сбалансированными по фильтрационно-емкостным свойствам.

Стартовые условия: ограниченные финансовые средства, 5 разведочных скважин, 18 сервисных предприятий, полный набор геолого-технических мероприятий, реалистичная эффективность ГТМ, высокая волатильность стоимости нефти.

Критерий оценки: накопленная добыча нефти (расчет параметра автоматический).

Пример теста для текущего контроля успеваемости студента

1. Умереннооднородными по гранулометрическому составу называются породы, для которых коэффициент неоднородности (С) составляет следующее значение _____

2. Крайне-неоднородными по гранулометрическому составу называются по роды, для которых коэффициент неоднородности (С) составляет следующее значение _____

3. Однородными по гранулометрическому составу называются породы, для которых коэффициент неоднородности (С) составляет следующее значение _____

4. Показатель неоднородности коллектора по гранулометрическому составу определяется по следующей формуле _____

5. При ареометрическом гранулометрическом анализе измеряют следующие параметры _____

6. Укажите формулу для расчета проницаемости ($K_{пр}$) в зависимости от пористости (K_p) породы и радиуса пор (R) (согласно приложению законов Дарси и Пуазейля) _____

7. Укажите запись уравнения Лапласа, связывающего капиллярное давление, поверхностное натяжение (σ), радиус пор (R) и краевой угол смачивания (θ) _____

8. Укажите формулу для оценки радиуса пор в породе (согласно приложению законов Дарси и Пуазейля); K_p - пористость, $K_{пр}$ - проницаемость _____

9. Укажите линейный закон фильтрации Дарси, где Q — расход, μ — динамическая вязкость, $K_{пр}$ - проницаемость, ΔP — перепад давления, l — длина образца _____

10. Укажите формулу расчета проницаемости породы по газу (Q_0 расход газа, приведенный к давлению P_0 ; длина образца, F - площадь поперечного сечения образца; P_1 и P_2 - давление на входе и выходе образца; μ - вязкость)

11. В линейном законе фильтрации жидкости Дарси учитывается следующее свойство флюида

12. Укажите соотношение для гидрофильного коллектора (K_v - относительная проницаемость по воде, K_n - по нефти) Укажите соотношение для гидрофобного коллектора (K_v — относительная проницаемость по воде, K_n - по нефти)

13. С увеличением водонасыщенности породы его относительная проницаемость по нефти изменяется следующим образом

14. С увеличением водонасыщенности породы его относительная проницаемость по воде изменяется следующим образом

15. Укажите наиболее правильное соотношение между проницаемостью породы вдоль ее напластования ($K_{\parallel}$) и проницаемостью в перпендикулярном направлении ($K_{\perp}$)

16. Укажите формулу Козени (K_z - постоянная Козени, K - пористость, S - поровая удельная поверхность) _____

17. Укажите формулу для расчета извилистости (по Вилли) (α , ϵ - фактическая и расчетная длина пор)

18.

19. Укажите формулу для расчета постоянной Козени (K_f - коэффициент формы пор, Γ - извилистость пор)___

Промежуточный контроль знаний студентов: основные термины и определения (гlossарий)

Водонефтяной контакт – Условная поверхность, разделяющая в залежи нефти области залегания нефти и пластовой воды.

Вывалы – Пустоты, образованные в скважине в результате разрушения горных пород.

Вязкость – Важнейшее технологическое свойство нефтяной системы. Характеризует силу трения (внутреннего сопротивления), возникающую между двумя смежными слоями внутри жидкости или газа на единицу поверхности при их взаимном перемещении. Вязкость нефти зависит от ее фракционного состава, а также от температуры.

Дарси – Единица измерения проницаемости пористой среды. Значение в 1 Дарси соответствует проницаемости при фильтрации через образец площадью 1 см² и длиной 1 см, перепаде давления 1 атм. (0,1 Па) и вязкости 1 мПа*с. Расход жидкости составляет 1 см³/с.

Дебит скважины – дебит скважины - объем нефти или газа, поступающих в единицу времени из естественного или искусственного источника. Дебит является характеристикой источника, определяющей его способность генерировать продукт, при заданном режиме эксплуатации, зависящей от его связей с прилегающими нефте-, газо- или водонасосными слоями, истощения этих слоев, а также сезонных колебаний (для грунтовых вод). Измерение дебита имеет значение для учета работы скважины и контроля технологического режима ее эксплуатации. Дебит измеряется в м³/час, м³/день, л/мин, т/сутки. Снижение дебитов нефтяных скважин, эксплуатируемых механизированным способом, вызывает рост парка эксплуатационного оборудования завышенной производительности. Приведение в соответствие параметров и характеристик нефтепромыслового оборудования с возможностями скважин - задача очень важная. В условиях достаточно высокого темпа прироста числа малодебитных скважин актуальность ее возрастает.

Забойное давление – давление нефти (флюида) на забое (дне) скважины. Характеризует энергию пласта, за счет которой нефть поднимается по скважине к поверхности земли.

Керн — Образец горной породы цилиндрической формы, полученный из скважины при ее бурении с помощью специального керноприемного устройства. В большинстве случаев отбор керна производится при бурении породы полый стальной трубой. Внутри этой трубы находится керноприёмник. Он состоит из головки, керноприёмной трубы и кернорвателя. Керноприёмники разнообразны, так как приходится отбирать керн различных пород в различных условиях. Разбуривание породы при отборе керна происходит по кольцу и керноприемник как бы наползает на образующийся внутри кольца столбик породы. Образцы керна забираются в трубу в относительно неповреждённом состоянии.

После изъятия керна из трубы, он раскладывается в керновые ящики в строгой последовательности нахождения его в геологическом разрезе скважины. Весь поднятый керн детально описывается и передается на хранение в кернохранилище. В дальнейшем керн исследуется и анализируется (химический, спектральный, петрографический и другие анализы) в лаборатории с помощью различных методов и на различном оборудовании, в зависимости от того, какие данные должны быть получены. Обычно при анализе используется небольшая часть керна, так как традиционные методы анализа керна приводят к его разрушению. Научно-Технический Центр «Газпром нефти» ведет разработку неразрушающих методов анализа керна.

Коллектор — Нефтегазовый коллектор — это горная порода, способная вмещать жидкие, газообразные углеводороды и отдавать их в процессе разработки месторождений. Наиболее значительные запасы углеводородов находятся в песчаных и карбонатных коллекторах. Выявление коллекторов нефти и газа проводится комплексом геофизических исследований скважин и анализом лабораторных данных с учётом всей геологической информации по месторождению.

Коллектор (пласт-коллектор) — Пласт, обладающий способностью содержать в себе и пропускать через себя жидкости и газы по системе многочисленных каналов, связывающих пустоты в породе при перепаде давления.

Коэффициент извлечения нефти (КИН) — Один из базовых показателей эффективности нефтедобычи. Это отношение величины извлекаемых запасов к величине геологических запасов. Величина КИН зависит от геолого-физических и технологических факторов. Она определяется литологическим составом коллектора, неоднородностью пласта, проницаемостью пород, эффективной нефтенасыщенной толщиной и т.д. В числе физических факторов, от которых зависит величина КИН — отношение вязкости нефти к вязкости воды. На величину КИН оказывают влияние применяемые методы искусственного воздействия на пласты, а при разработке без воздействия — природный режим залежи, плотность сетки добывающих скважин, новые методы разработки, способы интенсификации добычи нефти и другие факторы.

На разных этапах разработки месторождения подсчет КИН ведется разными способами. На стадии геологоразведки используются компьютерные статистические модели, когда месторождение переходит в стадию разработки и появляются первые фактические данные о добыче, величина КИН пересчитывается уже с учетом новой информации. При выборе подборе технологий добычи нефти на месторождении КИН уделяется особое внимание, нередко именно этот показатель определяет выбор системы разработки месторождения.

Латеральная миграция — Передвижение нефти в пределах пласта-коллектора.

Литология — Наука о современных осадках и осадочных породах, их составе, строении и происхождении. Главные задачи литологии заключаются в выявлении закономерностей распределения различных типов осадочных пород и полезных ископаемых в общем ходе процессов породообразования на протяжении геологической истории Земли. Основным путём решения этих задач является генетический (фациальный) анализ осадочных пород, их сочетаний — осадочных формаций, обстановок их накопления.

Ловушка — Часть коллектора, условия взаиморасположения которой относительно непроницаемых горных пород способствует накоплению в ней нефти.

Мощность пласта — Толщина пласта, замеряемая по кратчайшему расстоянию между его кровлей и подошвой.

Непроницаемый экран — Разрывное нарушение, препятствующее латеральному перемещению нефти и газа.

Нетрадиционные запасы — Запасы углеводородов, извлечение которых невозможно традиционными методами, то есть за счет бурения обычных скважин с применением стандартных методов интенсификации добычи. Связано это с очень низкой проницаемостью пород в таком коллекторе. На традиционных месторождениях даже при небольшой проницаемости пласта можно добывать 50 м³ и больше нефти в сутки из каждой скважины. Но проницаемость нетрадиционных коллекторов может быть в 100-1000 раз меньше — соответственно, во столько же раз меньше будет и дебит.

В России к нетрадиционным запасам относится баженовская и абалакская свиты. В зарубежной практике к нетрадиционным запасам относится так называемая сланцевая нефть, т.е. нефть добытая из сланцевых горных пород с низкой проницаемостью. Основным способ добычи сланцевой нефти — гидроразрыв пласта (ГРП). Научно-Технический Центр «Газпром нефти» также ведет исследования по наиболее эффективному проведению ГРП в баженовской свите, кроме того компания разрабатывает карту нетрадиционных запасов на территории России

Нефтегазоносный бассейн — Площадь непрерывного или островного распространения нефтяных, газовых или газоконденсатных месторождений, значительная по размерам или запасам полезного ископаемого. Нефтегазоносные бассейны подразделяются на нефтегазоносные районы. Нефтегазоносные районы подразделяются на зоны или ареалы нефтегазоносности. Зоны или ареалы нефтегазоносности подразделяются на нефтегазовые месторождения. Нефтегазовые месторождения подразделяются на нефтяные и газовые залежи или нефтяные и газовые горизонты.

Нефтематеринская порода — Горная порода, которая содержит в себе углеводороды и другие компоненты нефти в рассеянном состоянии и может при наступлении соответствующей обстановки отдавать их породам-коллекторам. Согласно распространённой точке зрения, наиболее типичными нефтематеринскими породами являются глины, содержащие рассеянное органическое вещество в количестве не ниже 1% от своего объема. Глины, по сравнению с другими осадочными породами, пользуются, во-первых, наибольшим распространением в земной коре, во-вторых, обладают большой способностью уплотняться и вытеснять органическое вещество.

Нефть, находящаяся в нефтематеринской породе, относится к нетрадиционным запасам. В частности, баженовская свита, которую «Газпром нефть» активно разрабатывает, является нефтематеринской породой. В рамках собственной Технологической стратегии «Газпром нефть» разрабатывает технологии эффективной добычи нефти из нефтематеринских пород.

Нефтеносный пласт (продуктивный пласт) — Пласт-коллектор, содержащий нефть.

Нефтяное окно — Глубинный интервал, в пределах которого температура достаточно высока для образования нефти, но не слишком высока для ее превращения в газ.

Обводненность — Обводненность скважины - это содержание воды в продукции скважины, определяемое как отношение дебита воды к сумме дебитов нефти и воды. Обводненность скважины определяется систематическим отбором проб жидкости, поступающей из скважины, и автоматическим контролем за обводненностью. Обводненностью скважины называется относительное содержание воды в добываемой жидкости, обычно выраженное в процентах. Динамика обводнения нефтяных скважин обуславливается в основном характером обводнения нефтяных пластов. характер обводнения пластов-коллекторов весьма различен и зависит от свойств продуктивных пластов, начальных условий залегания нефти в пласте и системы разработки нефтяных месторождений. Но главное влияние на характер заводнения, а следовательно, и на динамику обводнения оказывает послойная и зональная неоднородность пластов. В первую очередь и интенсивно обводняются наиболее проницаемые прослои пласта, а слабопроницаемые слои заводняются

очень медленно. Неравномерное обводнение пластов по их мощности и простираению усиливается при высоком соотношении вязкости нефти и воды.

Обсадная колонна – Предназначена для крепления буровых скважин, а также изоляции продуктивных пластов. Изготавливается из стальных труб с соединительной резьбой с обеих сторон.

Перекрывающие породы – горные породы, расположенные геометрически выше пласта-коллектора.

Пластовое давление – Давление на стенки пласт- содержащихся в нем флюидов.

Порозиметр – Инструмент, позволяющий определять объем пор и распределение пор по объему.

Средний геотермический градиент Земли – Физическая величина, описывающая прирост температуры горных пород в градусах Цельсия на определенном участке земной толщи при увеличении глубины на определенное количество м. В среднем составляет около 3°С на 100 метров.

Трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ) – К категории трудноизвлекаемых относятся запасы, находящиеся в пластах с низкой проницаемостью, высокой обводненностью, запасы с пониженным нефтенасыщением, а также расположенные в малых толщинах. Для их эффективного освоения необходимо применять наиболее современные методы разработки.

Трудноизвлекаемые запасы обычно вырабатываются темпами в два-три раза ниже активных и требуют больших затрат на добычу, чем традиционные коллекторы. Также для освоения ТРИЗ требуется применения прогрессивных технологий и нового оборудования.

Всевозрастающая доля трудноизвлекаемых запасов в оставшихся ресурсах нефти, огромные масштабы производства и связанные с этим трудности охраны недр и окружающей среды требуют существенного расширения научно-исследовательских, опытно-промышленных и промысловых работ, направленных на интенсификацию выработки этих запасов.

Полнота выработки трудноизвлекаемых запасов требует более тщательного изучения условий залегания и физико-химических свойств пластовых флюидов и обоснованного подхода к проектированию и разработке залежей.

Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) – Фильтрационно-емкостные свойства пород определяются при помощи основных физических параметров - пористость, проницаемость и водонасыщенность. Они определяют способность коллекторов вмещать и фильтровать флюиды, движение которых может происходить либо в следствии естественных процессов (миграции углеводородов), либо в результате деятельности человека, связанной с извлечением полезных ископаемых и эксплуатацией гидротехнических сооружений. Пористость породы - это свойство, которое определяет емкость породы. Она представляет собой отношение объема всех пустот к общему объему породы. Проницаемость обуславливает пропускную способность пород, т.е. коэффициент нефтеотдачи нефтеотдачи пласта и производительность эксплуатационных скважин. Для оценки проницаемости горных пород используют линейный закон фильтрации Дарси, согласно которому скорость фильтрации жидкости в пористой среде пропорциональна градиенту давления и обратно пропорциональна динамической вязкости. водонасыщенность или коэффициент водонасыщенности характеризует содержание пластовой воды в коллекторе. При формировании залежи часть воды остаётся в пустотном пространстве коллектора. Эта вода, содержащаяся вместе с нефтью или газом в залежи, называется остаточной водой.

Количество остаточной воды в залежах зависит от ФЕС пород: чем меньше размер пустот и проницаемость коллекторов, тем её больше.

Флюид – Термин, как правило, относится к состоянию вещества, объединяющего жидкости и газы. Динамика флюида описывается законами механики жидкостей.

Химическое отклонение – Особенность химического соединения заполнять пространство и препятствовать другим растворам или жидкостям попадать в него. Тем самым

химическое соединение, по сути, отклоняет раствор от занятых им пустот и направляет его в другую сторону.

Химические отклонители используются при проведении гидроразрыва пласта, когда смесь проппанта со специальной жидкостью для ГРП необходимо отвести от уже созданных трещин и направить ее для формирования новых. Эта технология применялась для проведения первого в России повторного ГРП по технологии химического отклонения. Тогда отклонителем перекрывались созданные при первом ГРП трещины. Также технология химического отклонения использовалась для ГРП с применением кислоты VDA. Эта кислота позволяет создавать в ходе ГРП разветвленную сеть трещин, обеспечивая дополнительный приток нефти в скважину. Особенность применяемого состава состоит в его способности превращаться в гель. Он временно закупоривает уже образованные трещины, отклоняя оставшуюся кислоту к другим зонам пласта, тем самым увеличивая охват территории, на которую воздействует проводимая операция. Затем при реакции с углеводородами вязкость геля падает, и он вымывается вместе с нефтью в скважину.

Шельф – Прибрежная мелководная зона океана, материковая отмель. Характеризуется общим с материковой частью геологическим строением.

Текущий контроль знаний студентов: примерные индивидуальные задания.

- динамика физико-химических свойств углеводородов в процессе разработки залежи;
- влияние температурного режима залежи на фазовое состояние углеводородов в пласте;
- капиллярные явления в переходных зонах «вода-нефть», «нефть-газ», «вода-газ»;
- механизмы и физические основы вытеснения высоковязких нефтей из порового пространства пласта;
- изменение механических свойств нефтесодержащих пород в призабойной зоне пласта.

Примерный перечень вопросов к экзамену

ЗАДАНИЕ ПЕРВОЕ – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация горных пород по происхождению. Типы коллекторов нефти и газа. Понятие коллектора и неколлектора.
2. Понятие гранулометрического состава пласта. Область применения данных о гранулометрическом составе пород.
3. Пористость. Первичная и вторичная пористость. Виды коэффициентов пористости.
4. Понятие проницаемости (характеристика и физический принцип измерения). Закон Дарси. Закон Дюпюи.
5. Связь пористости и проницаемости. Удельная поверхность горных пород, её связь с пористостью и проницаемостью.
6. Абсолютная проницаемость, принцип её определения. Эффект «проскальзывания» газа.
8. Водно-, нефте- и газонасыщенность пород. Коэффициенты, характеризующие эти свойства.
9. Остаточная водонасыщенность, физические механизмы её формирования.
10. Петрофизические связи остаточной водонасыщенности с пористостью и проницаемостью.
11. Капиллярные явления в пористых средах. Распределение пор по радиусам.
12. Гидрофильные и гидрофобные породы. Особенности фильтрации воды и нефти.

13. Самопроизвольная и принудительная пропитка.
14. Способы описания смачивающих свойств (краевой угол, безразмерные индексы смачивания).
15. Относительные фазовые проницаемости пластов, совместное движение несмешивающихся флюидов в пористой среде. Диаграммы относительной фазовой проницаемости для двухфазной фильтрации.
16. Коэффициент вытеснения, определяющие его факторы.
17. Напряжения (нормальные и касательные) и деформации в нефтегазовых пластах. Зависимость деформаций от напряжений, упругие и пластические деформации.
18. Зависимость фильтрационных и емкостных свойств пласта от напряжений.
19. Проводимость трещин. Влияние нагрузки и вида наполнителя на проводимость.
20. Тепловые процессы в нефтегазовых пластах. Термический градиент и термическая ступень.
21. Тепловые свойства нефтегазового пласта. Анизотропия тепловых свойств.
22. Понятие теплоёмкости пласта и коэффициенты, характеризующие теплоёмкость.
23. Теплопроводность и температуропроводность горных пород.
24. Состав и классификация природных газов. Параметры, характеризующие состав.
25. Идеальные и природные газы. Уравнение состояния идеальных и реальных газов, коэффициент сжимаемости.
26. Плотность и вязкость природного газа. Дроссельный эффект при фильтрации газа.
27. Растворимость различных газов в нефти и воде. Закон Генри.
28. Компонентный и фракционный состав нефти.
29. Давление насыщения нефти газом.
30. Сжимаемость нефти и характеризующие её коэффициенты.
31. Плотность и вязкость пластовых нефтей, их изменение при изменении внешних условий.
32. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Реологические уравнения.

ЗАДАНИЕ ВТОРОЕ – ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Как происходит экстракция горных пород
2. Определение гранулометрического состава горных пород (пипеточный анализ, лазерный анализатор).
3. Лабораторные методы определения коэффициента полной пористости. Описание, формулы расчета, единицы измерения.
4. Лабораторные методы определения коэффициента открытой пористости, описание.
5. Лабораторные методы определения проницаемости пород. Описание, формулы расчета единицы измерения.
6. Лабораторные методы определения коэффициента абсолютной проницаемости по газу. Описание, формулы расчета, единицы измерения.
6. Лабораторные методы определения остаточной воды в кернах. Описание аппарата Дина и Старка. Метод центрифугирования.
7. Лабораторные методы определения плотности пород. Описание, формулы расчета, единицы измерения.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	Мин. баллов	Макс. баллов	
Текущий контроль:			
лабораторная работа 1,2	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 3,4	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 5,6	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 7,8	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 9,10	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 11,12	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 13,14	3 балла	5 баллов	
лабораторная работа 15,16	3 балла	5 баллов	
участие в дискуссии на семинаре лабораторной работы 17	3 балла	5 баллов	
участие в дискуссии на семинаре лабораторной работы 18	3 балла	5 баллов	
Промежуточная аттестация (экзамен)			50 баллов
Итого за семестр (дисциплину) экзамен			100 баллов

9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Основная литература

1. Квеско, Б. Б. Физика пласта : учебное пособие / Б. Б. Квеско, Н. Г. Квеско. — М. : Инфра-Инженерия, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-9729-0209-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78245.html>

2. Коновалова, Л. Н. Физика пласта : учебное пособие / Л. Н. Коновалова, Л. М. Зиновьева, Т. К. Гукасян. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 120 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66044.html>

3. Старостин, В. И. Геология полезных ископаемых : учебник для высшей школы / В. И. Старостин, П. А. Игнатов. — М. : Академический Проект, 2017. — 512 с. — ISBN 978-5-8291-2540-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60365.html>

Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие / . — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-4387-0866-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/96094.html>

9.2 Дополнительная литература

1. Шестерень, А. О. Formation Physics. Физика пласта : учебное пособие на английском языке / А. О. Шестерень, А. В. Хандзель, Н. М. Клименко. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 117 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83242.html>

2. Гридин, В. А. Нефтегазопромысловая геология : учебное пособие (курс лекций) / В. А. Гридин, Н. В. Еремина, О. О. Луценко. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 249 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66032.html>

3. Назаров, А. А. Нефтегазодобыча. Геология нефти и газа. Часть 1 : учебное пособие / А. А. Назаров. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 79 с. — ISBN 978-5-7882-1042-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62208.html>

4. 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: <http://www.iprbookshop.ru/13049.html>

5. Геология нефти и газа : лабораторный практикум / В. А. Гридин, Е. Ю. Туманова, А. А. Рожнова, М. П. Голованов. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 91 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63080.html>

6. Нефтегазопромысловая геология : лабораторный практикум / сост. В. А. Гридин [и др.]. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 144 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63105.html>

Шведов И.М. Физика горных пород: механические свойства горных пород : курс лекций / Шведов И.М.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 122 с. — ISBN 978-5-907061-27-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98921.html>

9.3 Программное обеспечение:

1. Windows 10 Pro
2. Физика пласта Professional group
3. WinRAR
4. Microsoft Office Professional Plus 2016
5. Visual Studio Professional 2015
6. Adobe Acrobat Pro DC
7. ABBYY PDF Transformer+
8. Программное обеспечение «interTESS»
9. ПО Kaspersky Endpoint Security
10. «Антиплагиат.ВУЗ» (интернет - версия)

9.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
3. Электронная библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)
4. Электронная библиотечная система ЮРАЙТ (<http://www.biblio-online.ru>)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);
6. Электронно-библиотечная система BIBLIO-ONLINE.RU (<https://www.biblio-online.ru>);
7. Электронно-библиотечная система Library Explorer 2.1 (установлена на компьютерах к компьютерным классам и в библиотеке)
8. Специализированная база данных «Экология: наука и технологии» <http://ecology.gpntb.ru/ecologydb/>

10 Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- 1) библиотечный фонд ФГБОУ ВО «СахГУ»;
- 2) мультимедийное оборудование для чтения лекций-презентаций;
- 3) технологическое и компьютерное виртуальное оборудование;
- 4) пакет прикладных обучающих программ;

При подготовке к практическим занятиям и самостоятельной работе можно использовать компьютерные классы со стандартным программным обеспечением.

Лекционные занятия должны проходить в мультимедийной аудитории, оснащенной компьютером и проектором. Лекции желательно сопровождать презентацией, содержащей теоретический иллюстративный материал. Презентация должна быть построена по следующему принципу: тема, цель, задачи лекции, краткое содержание предыдущей лекции, теоретический материал, итоги лекционного занятия, обозначены вопросы и задания для самостоятельного изучения, тема следующей лекции.

Презентации по лекционному курсу разбиты по темам, по отдельно взятой теме может быть несколько презентаций.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

№ _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.
наименование

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____ *шифр «Название дисциплины»*

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20 ____ / 20 ____ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель _____ Фамилия И.О.

(подпись, расшифровка подписи)

" _____ " _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой _____ Фамилия И.О.

(подпись, расшифровка подписи)