

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 25.11.2022 11:05:15  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

Естественнонаучный  
Общей и теоретической физики

**Оценочные материалы по дисциплине (модулю)**

дисциплина ***Физические процессы при добыче полезных ископаемых***

***Блок Б1, обязательная часть, Б1.О.29***

цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Специальность

**21.05.05** ***Физические процессы горного или нефтегазового производства***  
код наименование специальности

Программа

***специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"***

Форма обучения

***Заочная***

Разработчики (составители)  
***д.т.н., профессор Филиппов А. И.***  
***к.ф.-м.н., доцент Зеленова М. А.***  
ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания .....</b>	<b>18</b>

**1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
			1	2	3	4	
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ОПК-18. Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	ОПК-18.1. Рассматривает методы выбора анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и	Обучающийся должен знать: способы построения математических моделей физических процессов и делать качественные оценки ожидаемых результатов; методы определения и расчета условий гидратообразования и выпадения парафинов при фильтрации газа в пласте, течении в скважине и при	Отсутствие знаний	Частично сформированные представления о способах построения математических моделей физических процессов и качественных оценках ожидаемых результатов; методах определения и расчета условий гидратообразования и выпадения парафинов при фильтрации газа в пласте, течении в скважине и при	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о способах построения математических моделей физических процессов и качественных оценках ожидаемых результатов; методах определения и расчета условий гидратообразования и выпадения парафинов при фильтрации газа	Сформированные представления о способах построения математических моделей физических процессов и качественных оценках ожидаемых результатов; методах определения и расчета условий гидратообразования и выпадения парафинов при фильтрации газа в пласте, течении в скважине и при транспортировке	Устный опрос

	океанов.	транспортировке газа по трубопроводам		транспортировке газа по трубопроводам	в пласте, течении в скважине и при транспортировке газа по трубопроводам	газа по трубопроводам	
	ОПК-18.2. Применяет на практике навыки анализа горно- геологических условий при эксплуатационн ой разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов.	Обучающийся должен уметь: использовать стандартные программы моделирования физических процессов	Отсутств ие умений	Частично сформированные умения использовать стандартные программы моделирования физических процессов	Сформированные , но содержащие отдельные пробелы, умения использовать стандартные программы моделирования физических процессов	Сформированные умения использовать стандартные программы моделирования физических процессов	Решение задач
	ОПК-18.3. Осуществляет анализ горно-	Обучающийся должен владеть: навыками поиска	Отсутств ие владений	Частично сформированные владения	Сформированные , но содержащие отдельные	Сформированные владения навыками поиска	Контрольн ая работа

	геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	и анализа современной научно-технической информации по профилю изучаемой дисциплины, методами теоретического и численного анализа конкретных задач описания физических процессов при добыче полезных ископаемых		навыками поиска и анализа современной научно-технической информации по профилю изучаемой дисциплины, методами теоретического и численного анализа конкретных задач описания физических процессов при добыче полезных ископаемых	пробелы, владения навыками поиска и анализа современной научно-технической информации по профилю изучаемой дисциплины, методами теоретического и численного анализа конкретных задач описания физических процессов при добыче полезных ископаемых	и анализа современной научно-технической информации по профилю изучаемой дисциплины, методами теоретического и численного анализа конкретных задач описания физических процессов при добыче полезных ископаемых	
ПК-4. Способен разрабатывать и внедрять новые передовые технологии в области геологоразведки и подсчета углеводородного сырья	ПК-4.1. Планирует технологии геологических изысканий; технологии проведения, обработки и интерпретации геолого-	Обучающийся должен знать: перспективы разработки газогидратных месторождений; техногенные последствия разработки месторождений	Отсутствие знаний	Частично сформированные представления о перспективах разработки газогидратных месторождений; техногенные последствия разработки месторождений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о перспективах разработки газогидратных месторождений; техногенные последствия	Сформированные представления о перспективах разработки газогидратных месторождений; техногенные последствия разработки месторождений	Устный опрос

	геофизических работ.				разработки месторождений		
	ПК-4.2. Внедряет передовые технологии в процесс поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений; разрабатывает и внедряет передовые технологии подсчета запасов и управления запасами.	Обучающийся должен уметь: применять методы теории фильтрации и теории теплообмена для решения задач расчета физических полей при течении газа и нефти в пласте, скважине и трубопроводе	Отсутствие умений	Частично сформированные умения применять методы теории фильтрации и теории теплообмена для решения задач расчета физических полей при течении газа и нефти в пласте, скважине и трубопроводе	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения применять методы теории фильтрации и теории теплообмена для решения задач расчета физических полей при течении газа и нефти в пласте, скважине и трубопроводе	Сформированные умения применять методы теории фильтрации и теории теплообмена для решения задач расчета физических полей при течении газа и нефти в пласте, скважине и трубопроводе	Решение задач
	ПК-4.3. Принимает участие в разработке и подготовке предложений новых методик и технологий в области геологоразведки и подсчета запасов;	Обучающийся должен владеть: основами работы с математическими пакетами для решения задач фильтрации в продуктивных пластах и теплообмена с горными	Отсутствие владений	Частично сформированные владения основами работы с математическими пакетами для решения задач фильтрации в продуктивных пластах и теплообмена	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, владения основами работы с математическими пакетами для решения задач фильтрации в продуктивных	Сформированные владения основами работы с математическими пакетами для решения задач фильтрации в продуктивных пластах и теплообмена с горными	Контрольная работа

	внедрение новых технологий в производствен ый процесс.	породами		а с горными породами	пластах и тепломассообмен а с горными породами	породами	
--	--	----------	--	-------------------------	---	----------	--

## **2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **Перечень вопросов к устному опросу**

#### ***Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-18 по индикатору 18.1:***

1. Гранулометрический (фракционный) состав горных пород.
2. Определить значения фиктивной пористости.
3. Определить значение средневзвешенной по толщине пласта естественной пористости.
4. Определить коэффициент открытой пористости образца породы.
5. Определить коэффициент абсолютной проницаемости породы путем пропускания воздуха сквозь образец.
6. Теория движения частиц в средах (жидкостях) как основа седиментационного анализа гранулометрического состава горных пород.
7. Удельная поверхность горных пород-коллекторов и количество пленочно-удерживаемой нефти (зависимость необходимого количества ПАВ для «отмыва» пленочной нефти)
8. Акустические свойства горных пород и пластовых жидкостей и исследования сейсмическими методами.
9. Акустические свойства горных пород и пластовых жидкостей и воздействие на призабойную зону пласта (ПЗП) волновыми методами.
10. Учет тепловых свойств горных пород и пластовых жидкостей при тепловом воздействии на призабойную зону пласта.

#### ***Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-4 по индикатору 4.1***

1. Математические методы представления результатов гранулометрического анализа и их роль в практическом использовании (подбор забойных фильтров).
2. Электрокинетические явления (поверхностный потенциал частиц) и их роль в ограничении минимального размера сит при проведении гранулометрического анализа (седиментационным методом).
3. Теория сплошной среды (закон Гука, нормальные и тангенциальные напряжения, коэффициент Пуассона) и промышленные характеристики прочности пласта (коэффициент бокового распора).
4. Коэффициент сжимаемости вещества (горной породы, пластовых жидкостей) и упругий режим разработки месторождения.
5. Классификация способов перевода полезного ископаемого в подвижное состояние.
6. Способы скважинной добычи полезных ископаемых: подземное растворение, подземное выщелачивание, подземная выплавка, подземная газификация, скважинная гидродобыча, добыча полезных ископаемых из подземных вод, извлечение и использование тепла Земли.
7. Физико-химические свойства массивов горных пород: гидравлические свойства; тепловые свойства; электромагнитные и радиационные свойства; механические и акустические свойства.
8. Вскрытие и системы разработки месторождений при скважинной добыче: способы вскрытия месторождений; классификация скважинных систем разработки месторождений; основы выбора скважинных систем разработки; оценка эксплуатационных потерь полезного ископаемого.

9. Технологические схемы скважинной добычи твердых полезных ископаемых: подземное растворение; подземное выщелачивание; подземная выплавка; подземная газификация; подземное сжигание; скважинная гидродобыча; добыча и использование тепла Земли.

10. Производственные процессы при скважинной добыче: сооружение добычных скважин; производство рабочих агентов; поверхностное обслуживание скважин; процесс добычи полезного ископаемого через скважины; процессы управления массивом горных пород; процесс транспортировки полезного ископаемого от места добычи до места переработки; комплексная автоматизация производственных процессов скважинной добычи.

### Решение задач

#### *Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-18 по индикатору 18.2:*

#### 1. РАСЧЁТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГАЗА ОДНОКРАТНОГО РАЗГАЗИРОВАНИЯ

В результате однократного разгазирования пластовой нефти Северо-Красноярского месторождения Оренбургской области и хроматографического исследования выделившегося нефтяного газа установлен следующий её состав (в процентах по объёму):

СН <sub>4</sub>	С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub> + высшие	СО <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub> С	Н <sub>2</sub>
37,5	20	18,5	7,7	4	0,1		12,2

Экспериментально определённое значение плотности выделившегося газа  $\rho_{г.ст} = 1,180$  кг/м<sup>3</sup> (при стандартных условиях).

Требуется рассчитать молекулярную массу газа и его плотность.

Ответ: 145; 79

#### 2. РАСЧЁТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГАЗА ОДНОКРАТНОГО РАЗГАЗИРОВАНИЯ

В результате однократного разгазирования пластовой нефти Северо-Красноярского месторождения Оренбургской области и хроматографического исследования выделившегося нефтяного газа установлен следующий её состав (в процентах по объёму):

СН <sub>4</sub>	С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	С <sub>4</sub> Н <sub>10</sub>	С <sub>5</sub> Н <sub>12</sub> + высшие	СО <sub>2</sub>	Н <sub>2</sub> С	Н <sub>2</sub>
82,7	7,6	2,9	1,1	2,5	0,9		2,3

Экспериментально определённое значение плотности выделившегося газа  $\rho_{г.ст} = 0,850$  кг/м<sup>3</sup> (при стандартных условиях).

Требуется рассчитать молекулярную массу газа и его плотность.

Ответ: 205; 49

#### 3. РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА СВЕРХЖИМАЕМОСТИ ГАЗА, ЕГО ПЛОТНОСТИ И ОБЪЁМА ПРИ ЗАДАННЫХ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Рассчитать коэффициент сверх сжимаемости, плотность и объём газа, добываемого с каждым кубометром нефти при абсолютном давлении  $P = 2,5$  МПа, и температуре  $T = 291$ К. Считая, что газовый фактор  $G_o = 21,6$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (газовый фактор приведён к стандартным условиям).

Ответ: 38; 70; 65

#### 4. РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА СВЕРХЖИМАЕМОСТИ ГАЗА, ЕГО ПЛОТНОСТИ И ОБЪЁМА ПРИ ЗАДАННЫХ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Рассчитать коэффициент сверх сжимаемости, плотность и объём газа, добываемого с каждым кубометром нефти при абсолютном давлении  $P = 15,4$  МПа, и температуре  $T =$

296 К. Считая, что газовый фактор  $G_o = 21,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$  (газовый фактор приведён к стандартным условиям).

Ответ: 101; 20; 38

#### 5. РАСЧЁТ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ ГАЗОМ ПРИ $t < t_{пл}$

Рассчитать давление насыщения нефти горизонта Б<sub>6</sub> Правдинавского месторождения при 50 °С; если:

Пластовая температура  $t_{пл}=85^\circ\text{C}$ ; Давление насыщения при пластовой температуре  $p_{нас}=11,2 \text{ МПа}$ ;

Газосодержание пластовой нефти  $G_0=70 \text{ м}^3/\text{м}^3$  (объем газа приведён к стандартным условиям);

Плотность дегазированной нефти  $\rho_{нд}=854 \text{ кг/м}^3$  (при стандартных условиях);

Содержание метана в газе однократного разгазирования при стандартных условиях  $u_m = 0,622$ , а азота  $u_a = 0,027$ .

Ответ: 35

#### 6. РАСЧЁТ ПОРИСТОСТИ

Рассчитать коэффициент общей пористости образца породы по исходным данным, представленным в таблице

Вариант	Объём образца, см <sup>3</sup>	Объём составляющих зерен, см <sup>3</sup>
1	10,78	8,94
2	11,26	9,48
3	15,48	13,97
4	9,84	8,59
5	6,48	5,94
6	5,89	4,68
7	6,42	5,27
8	7,51	6,38
9	6,59	5,09
10	8,48	7,46
11	7,26	6,09
12	9,57	8,18
13	10,31	8,41
14	11,02	9,59
15	9,64	8,53
16	6,47	5,92
17	5,62	4,86
18	7,83	6,98
19	6,91	5,99
20	9,72	8,07

Ответ: 48

#### 7. РАСЧЁТ ПОРИСТОСТИ

Рассчитать коэффициент открытой пористости породы по исходным данным, представленным в таблице

Вариант	Вес сухого образца на воздухе, г	Вес на воздухе образца, насыщенного керосином, г	Вес в керосине образца, насыщенного керосином, г
1	25,8	27,9	20,1
2	25,9	28,3	21,0
3	25,6	28,6	21,3
4	25,7	28,5	22,0
5	26,1	28,9	21,8
6	26,3	29,1	22,3
7	26,4	29,2	22,2
8	26,5	29,3	20,9
9	25,9	28,9	21,5
10	25,8	28,8	21,6
11	25,7	28,7	21,7
12	25,1	28,1	22,3
13	25,2	28,2	22,0
14	25,9	29,0	20,8
15	26,5	29,5	20,9
16	26,6	29,6	21,0
17	26,9	29,5	21,1
18	27,8	30,1	21,3
19	27,4	30,2	21,5
20	27,1	29,8	21,8

Ответ: 304

### 8. РАСЧЕТ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Рассчитать среднюю проницаемость неоднородного пласта, имеющего  $i$ -изолированных пропластков мощностью  $h_i$  с проницаемостью  $k_i$  для горизонтально-линейной фильтрации по исходным данным, представленным в таблице

Вариант	1		2		3		4		5	
	$h_{iM}$	$k_{iMД}$								
1	2,2	100	2,1	50	3,4	200	1,8	180	1,9	30
2	3,5	150	2,7	200	3,8	30	5,2	160	2,6	270
3	2,6	190	3,9	280	3,7	90	6,1	310	3,1	190
Вариант	6		7		8		9		10	
$N_i$	$h_{iM}$	$k_{iMД}$								
1	1,2	60	3,2	140	3,1	230	1,5	260	3,2	60
2	1,6	150	3,9	160	6,1	260	4,0	190	1,4	350
3	1,1	210	3,4	210	2,2	90	1,6	320	6,8	480
Вариант	11		12		13		14		15	
$N_i$	$h_{iM}$	$k_{iMД}$								
1	3,8	350	1,7	260	2,8	80	1,7	180	2,7	510
2	3,1	180	1,9	120	3,8	310	4,9	360	3,9	420
3	5,7	270	2,9	110	4,9	190	3,8	280	1,2	90
Вариант	16		17		18		19		20	
$N_i$	$h_{iM}$	$k_{iMД}$								
1	5,6	30	3,1	80	1,7	70	2,5	60	2,1	50
2	8,1	190	5,8	210	5,3	310	2,9	120	5,1	150
3	4,3	80	6,4	230	3,8	170	3,7	180	1,9	250

Ответ: 95

## 9. РАСЧЕТ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Рассчитать среднюю проницаемость неоднородного пласта, имеющего  $i$ -изолированных Пропластков длиной  $L_i$ , с проницаемостью  $k_i$  для случая горизонтальной фильтрации по исходным данным, представленным в таблице

Вариант	1		2		3		4		5	
$N_i$	$L_i, м$	$k_i, мД$								
1	25	100	115	50	301	200	80	180	80	30
2	48	150	65	200	379	30	42	160	12	270
3	180	190	120	280	215	90	50	310	42	190
Вариант	6		7		8		9		10	
$N_i$	$L_i, м$	$k_i, мД$								
1	15	60	220	140	42	230	70	260	142	60
2	42	150	49	160	195	260	90	190	160	350
3	240	210	15	210	48	90	35	320	82	480
Вариант	11		12		13		14		15	
$N_i$	$L_i, м$	$k_i, мД$								
1	115	350	150	260	25	80	49	180	40	510
2	39	180	120	120	110	310	54	360	60	420
3	15	270	220	110	65	190	90	280	90	90
Вариант	16		17		18		19		20	
$N_i$	$L_i, м$	$k_i, мД$								
1	280	30	34	80	180	70	80	60	82	50
2	120	190	49	210	150	310	90	120	39	150
3	90	80	118	230	120	170	40	180	27	250

Ответ: 105

## 10. РАСЧЕТ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Рассчитать среднюю проницаемость неоднородного пласта, имеющего  $i$ -цилиндрических дренируемых, изолированных зон, если радиус скважины  $R_c$ , радиус контура питания  $R_k$ , радиусы дренируемых зон  $R_i$  и их проницаемости  $k_i$  указаны в таблице.

Для вариантов 1-5:  $R_c = 0,1$  м,  $R_k = 840$  м; Для вариантов 6-10:  $R_c = 0,15$  м,  $R_k = 640$  м Для вариантов 11-15:  $R_c = 0,18$  м,  $R_k = 720$  м; Для вариантов 16-20:  $R_c = 0,20$  м,  $R_k = 820$  м.

При расчетах в качестве  $R_0$  принимается  $R_c$ .

Вариант	1		2		3		4		5	
$N_i$	$R_i, м$	$k_i, мД$								
1	200	100	110	50	180	200	140	180	110	30
2	300	150	280	200	410	30	520	160	280	270
3	400	190	315	280	620	90	720	310	328	190
Вариант	6		7		8		9		10	
$N_i$	$R_i, м$	$k_i, мД$								
1	40	60	70	140	45	230	140	260	160	60
2	80	150	140	160	120	260	450	190	190	350
3	150	210	410	210	350	90	500	320	210	480
Вариант	11		12		13		14		15	
$N_i$	$R_i, м$	$k_i, мД$								
1	115	350	90	260	140	80	60	180	310	510
2	260	180	150	120	410	310	140	360	350	420
3	310	270	160	110	620	190	280	280	390	90
Вариант	16		17		18		19		20	
$N_i$	$R_i, м$	$k_i, мД$								
1	70	30	170	80	60	70	50	60	400	50
2	220	190	310	210	120	310	130	120	500	150
3	340	80	460	230	180	170	260	180	600	250

Ответ: 200

**Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-4 по индикатору 4.2:**

**1. РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОЙ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ**

Определить объем вытесненной воды из образца породы, при различных значениях капиллярного давления, используя метод полупроницаемых мембран. Оценить минимальную остаточную водонасыщенность и построить кривую распределения пор по их размерам для исследуемого образца. Характеристика исследуемого образца: коэффициент общей пористости  $m=20,6\%$ ; коэффициент открытой пористости  $m_o=19,40\%$ ; удельная поверхность  $S_{уд}=505\text{ см}^2/\text{см}^3$ ; коэффициент абсолютной проницаемости  $k=0,385\text{ мкм}^2$ ; длина образца  $L=4,6\text{ см}$ ; диаметр образца  $d=3,1\text{ см}$ .

**Результаты опытных данных**

№	Капиллярное давление $P_k$ , мм.рт.ст					Показания бюретки, $\text{см}^3$				
	Варианты задания									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	11,5	8,5	7,1	9,4	12,7	4,600	3,400	2,840	3,760	5,080
2	21,5	15,5	14,1	16,4	22,7	4,600	3,400	2,840	3,760	5,080
3	31,5	25,5	24,1	26,4	32,7	4,340	3,140	2,580	3,500	4,820
4	40,5	35,5	34,1	36,4	42,7	4,080	2,880	2,320	3,240	4,560
5	50,5	45,5	44,1	46,4	52,7	3,820	2,620	2,060	2,980	4,300
6	70,5	65,5	64,1	66,4	72,7	3,560	2,360	1,900	2,720	4,040

7	80,5	75,5	74,1	76,4	82,7	3,300	2,100	1,840	2,460	3,780
8	100,5	95,5	94,1	96,4	102,7	3,040	2,091	1,790	2,300	3,520
9	120,5	115,5	114,1	116,4	122,7	2,780	2,070	1,716	2,271	3,102
10	150,5	145,5	144,1	146,4	152,7	2,760	2,040	1,704	2,256	3,048

№	Капиллярное давление $P_k$ , мм.рт.ст					Показания бюретки, $\text{см}^3$				
	Варианты задания									
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
1	9,8	6,2	13,4	11,1	10,2	3,920	2,480	5,360	4,440	4,080
2	17,8	13,2	23,4	21,1	20,2	3,920	2,480	5,360	4,440	4,080
3	27,8	23,2	33,4	31,1	30,2	3,660	2,220	5,100	4,180	3,820
4	37,8	33,2	43,4	41,1	40,2	3,400	1,960	4,840	3,920	3,560
5	47,8	43,2	53,4	51,1	50,2	3,140	1,700	4,580	3,660	3,300
6	67,8	63,2	73,4	71,1	70,2	2,880	1,540	4,320	3,400	3,040
7	77,8	73,2	83,4	81,1	80,2	2,620	1,380	4,060	3,140	2,780
8	97,8	93,2	103,4	101,1	100,2	2,460	1,294	3,800	2,880	2,520
9	117,8	113,2	123,4	121,1	120,2	2,394	1,209	3,228	2,696	2,482
10	147,8	143,2	153,4	151,1	150,2	2,352	1,168	3,216	2,664	2,448

Ответ: 228

**2. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД**

Определить удельную поверхность неоднородной (по механическому составу) песчаной породы, имеющей следующий фракционный состав

Фракционный состав породы, мм					Массовое содержание фракций в породе, (% масс.)				
Вариант заданий									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,08-0,142	0,078-0,163	0,076-0,137	0,074-0,123	0,072-0,118	47	45	43	41	39
0,142-0,207	0,163-0,210	0,137-0,198	0,123-0,195	0,118-0,182	31	28	31	26	33

Фракционный состав породы, мм					Массовое содержание фракций в породе, (% масс.)				
Вариант заданий									
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,207-0,273	0,210-0,262	0,198-0,256	0,195-0,271	0,182-0,213	15	18	18	22	16
0,273-0,315	0,262-0,311	0,256-0,299	0,271-0,317	0,213-0,284	7	9	8	11	12
6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
0,07-0,108	0,068-0,116	0,066-0,109	0,064-0,121	0,062-0,101	37	35	33	35	36
0,108-0,179	0,116-0,182	0,109-0,182	0,121-0,209	0,101-0,173	31	31	26	29	28
0,179-0,209	0,182-0,226	0,182-0,246	0,209-0,268	0,173-0,227	19	21	25	20	21
0,209-0,294	0,226-0,321	0,246-0,322	0,268-0,318	0,227-0,301	13	13	16	16	15

Ответ: 0,226

### 3. РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД

Определить удельную поверхность слабосцементированного песчаника, не прибегая к его разрушению для получения механического состава. Рассчитать гидравлический радиус пористой среды и оценить приближенную величину средней толщины «пленки» остаточной воды.

№ вариант а	Коэффициент открытой пористости $m$ , дол.ед.	Коэффициент абсолютной проницаемости $k$ , мкм <sup>3</sup>	Коэффициент, зависящий от разнородности частиц песка, $C_1$	Остаточная водонасыщенность $S_{уд}$ , %
1	25	1,8	3530	15
2	24	1,6	4330	12
3	23	1,7	3530	11
4	22	1,2	4330	10
5	21	1,5	3530	6
6	20	1,1	4330	9
7	19	1,9	3530	11
8	18	2,1	4330	14
9	17	1,8	3530	18
10	16	2,3	4330	13

Ответ: 60

### 4. АНАЛИЗ УПРУГИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

Определить текущий коэффициент нефтеизвлечения, при падении пластового давления в залежи до давления насыщения. Залежь, ограниченная контуром нефтеносности, имеет размеры и параметры, представленные в таблице

Вариант	Площадь залежи $F$ , км	Толщина залежи $h$ , м	Давление пластовое $P_{пл}$ , МПа	Давление насыщения $P_n$ , МПа	Температура пластовая $T_{пл}$ , К	Пористость $m$ , дол.ед.	Количество связанной воды $s_w$ , %	Коэффициент сжимаемости пористой среды $\beta \cdot 10^{-4}$ , МПа <sup>-1</sup>
1	16	12,3	16,7	5,2	340	0,19	10,2	1,9
2	20	12,1	16,4	5,1	343	0,21	10,5	2
3	25	11,9	16,1	5,0	346	0,18	10,8	2,1
4	31,3	11,7	15,8	4,9	349	0,17	11,1	2,2
5	39,1	11,5	15,5	4,8	352	0,21	11,4	2,3
6	48,8	11,3	15,2	4,8	355	0,2	11,7	2,4
7	61	11,1	15,6	4,9	358	0,16	12	2,5
8	76,3	10,9	16,0	5,0	361	0,23	12,3	2,6
9	95,4	11,3	16,4	5,1	364	0,21	12,6	2,7
10	97,8	11,7	16,8	5,3	367	0,22	12,9	2,8

Ответ: 349

### 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

По данным лабораторного исследования определить удельную теплоемкость, температуропроводность и теплопроводность образца породы по исходным данным, приведенным в таблице

Наименование параметра		Значение параметра				
		Варианты заданий				
		1	2	3	4	5
Для коэффициента удельной теплоемкости (с)						
1	Масса образца породы $m$ , г	135	124	114	105	97
2	Масса воды в калориметре $m_1$ , г	220	224	229	233	238
3	Удельная теплоемкость материала калориметра $c$ , Дж/(кг °С)	346	360	374	389	405
4	Температура воды в калориметре до помещения образца $t_1$ , °С	12	13	14	15	16
5	Температура образца до помещения его в калориметр $t_2$ , °С	66	67	67	68	69
6	Установившаяся температура воды после помещения образца в калориметр $t$ , °С	27	28	28	29	29
7.	Плотность породы $\rho_n \cdot 10^3$ , кг/м <sup>3</sup>	2,44	2,51	2,59	2,67	2,75
Для коэффициента температуропроводности (а)						
1	Разность температуры, °С					
	- $\theta_1$ (получена при $\tau_1 = 60$ с)	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
	- $\theta_2$ (получена при $\tau_2 = 416$ с)	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4
2	Длина образца $L$ , см	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9
3	Радиус образца $R$ , см	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9

Ответ: 36

### 6. РАСЧЕТ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

Определить физические свойства пластовой воды при следующих исходных данных: пластовое давление  $P_{пл} = 17,5$  МПа; пластовая температура  $T_{пл} = 313^\circ\text{К}$ ; давление насыщения пластовой нефти газом, принимаемое равным давлению насыщения пластовой воды газом,  $P_{нас} = 9,2$  МПа; концентрация растворенных солей  $C' = 150$  г / л.

Ответ: 173

#### 7. РАСЧЕТ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ

Определить основные физические свойства нефти в процессе ее однократного разгазирования при давлении  $P = 5,5$  МПа и температуре  $T = 300,5$  °К.

Пластовое давление $P_{пл}$	17,5 МПа
Пластовая температура $T_{пл}$	313 °К
Плотность дегазированной нефти $\rho_{нд}$	868 кг/м <sup>3</sup>
Газосодержание пластовой нефти $\Gamma$	55,6 м <sup>3</sup> /т
Давление насыщения пластовой нефти газом $P_{нас}$	9,2 МПа
Относительная по воздуху плотность газа $\rho_{го}$	1,119
Молярные доля азота в попутном газе $Y_a$	0,069
Молярные доля метана в попутном газе $Y_{c1}$	0,355

Ответ: 60

#### 8. РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ СПУСКА НКТ ПРИ ФОНТАННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

Исходя из условий прочности НКТ на разрыв в опасном сечении, на страгивающие нагрузки в резьбовом соединении и на внутреннее давление, определить глубину спуска ступеней колонны гладких насосно-компрессорных труб с треугольной резьбой из стали групп прочности «Д», «К» общей длиной 2900 м для фонтанирующей скважины глубиной 3000 м, имеющей обсадную колонну диаметром 114 × 7,4 мм. При расчете пренебрегаем потерей веса колонны труб в жидкости, так как уровень жидкости в межтрубном пространстве во время работы может быть оттеснен до башмака колонны труб.

Ответ: 4050

#### 9. РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ СПУСКА НКТ ПРИ ФОНТАННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

Рассчитать максимальную глубину спуска гладких остеклованных НКТ 89 × 6,5 мм «Д» при фонтанно-компрессорной эксплуатации скважин, если предел прочности стекла составляет 60 МПа.

Ответ: 6900

#### 10. РАСЧЕТ ОБЪЕМНОГО КОЭФФИЦИЕНТА НЕФТИ

Найти коэффициент изменения объема насыщенной нефти газом в пластовых условиях, если плотность нефти ( $\rho_n$ ) при 15°С равна 850 кг/м<sup>3</sup>, а относительная плотность газа по воздуху ( $\rho_{г0}$ ) составляет 0,9 кг/л, газовый фактор ( $\Gamma^0$ ) равен 120 м<sup>3</sup>/т, давление пластовое ( $P_{пл}$ ) 150 атм, пластовая температура ( $T_{пл}$ ) 50 °С.

Ответ: 640

#### Перечень вопросов к зачёту

1. Основные понятия о физических процессах нефтегазового производства.
2. Современные подходы к изучению физических процессов.
3. Основные технологические процессы добычи углеводородов.

4. Физические модели технологических процессов и методы их описания.
5. Геомеханические процессы при нефтегазодобыче.
6. Эволюция природно-промышленной нефтегазовой системы.
7. Гидродинамические методы описания технологических процессов добычи углеводородного сырья.
8. Характеристика месторождений углеводородов как гидродинамической системы.
9. Методы описания гидродинамических процессов при добыче нефти и газа.
10. Пористость нефтегазовых пластов.
11. Неоднородности массива горных пород, вмещающего нефтегазовые месторождения.
12. Влияние пористой среды на физические свойства заполняющего ее флюида.
13. Условия совместной фильтрации трех фаз.
14. Физические процессы в бурении.
15. Тепловое и механическое воздействие скважины с горными породами.
16. Физические процессы при эксплуатации скважин.
17. Физика взаимосвязи добычных и нагнетательных скважин.
18. Напряженное состояние нефтегазовых пластов.
19. Деформационные процессы при нефтегазодобыче.
20. Реологические модели.
21. Упругопластические деформации.
22. Виды деформаций и разрушений скважин.
23. Виды деформаций и разрушений стационарных платформ и подводных модулей.
24. Меры по обеспечению устойчивости нефте-/газодобычных конструкций.
25. Геодинамический мониторинг при добыче углеводородов.
26. Геодинамический мониторинг при транспортировке углеводородов.
27. Основные виды скважин.
28. Физические процессы при сооружении скважин в пластичных и мерзлых породах.
29. Физические процессы при трубопроводном транспорте углеводородов.
30. Трубопровод как сложная протяженная линейная промышленная система.
31. Понятия и критерии устойчивости основных конструкций и узлов трубопроводов.
32. Влияние современных тектонических движений и процессов на состояние трубопроводов.
33. Физико-химический состав и свойства природных газов.
34. Растворимость газов в нефти и воде.
35. Физико-химический состав и свойства нефти.
36. Физико-химический состав и свойства пластовой воды.
37. Парциальные давления и объемы: основные законы.
38. Жидкие смеси, их состав.
39. Идеальные и реальные газы.
40. Физическое состояние нефти и газа при различных условиях в залежи.
41. Бинарные и компонентные смеси: уравнения описания состояния и фазовых изменений.
42. Фазовое равновесие в углеводородных системах.
43. Растворимость газов в нефти.
44. Явления на поверхности раздела фаз.
45. Физические основы вытеснения нефти и газа из продуктивных пластов.
46. Понятие и методы определения коэффициента извлечения нефти/газа.
47. Методы увеличения нефте-/газоотдачи.
48. Механизм вытеснения углеводородов газом.
49. Поверхностные явления. Причины отклонения от закона Дарси.
50. Особенности вытеснения нефти газом из пластов большой толщины.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	2	0	10
2. Решение задач	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	2	0	10
2. Решение задач	5	3	0	15
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	25	1	0	25
Поощрительные баллы			0	10
<b>Итого</b>			<b>0</b>	<b>110</b>
Итоговый контроль зачет			0	0
<b>ВСЕГО ЗА СЕМЕСТР</b>			<b>0</b>	<b>110</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических (семинарских) занятий			0	-10

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов УУНиТ:

На дифференцированном зачете выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.