

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

Физика горных пород

Блок Б1, обязательная часть, Б1.О.25

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

Специальность

21.05.05
код

Физические процессы горного или нефтегазового производства
наименование специальности

Программа

специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"

Форма обучения

Заочная

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

1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)	10
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания	25

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

1	2	3	4				5
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ОПК-2. Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного	ОПК-2.1. Применяет основы геологии, минералогии, гидрогеологии, инженерной геологии и учения о месторождениях полезных ископаемых в своей профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать: физико-механические свойства породных массивов и их структурно-механические особенности; механические процессы в массивах горных пород, возникающие в результате нарушения их естественного напряженно-деформированного состояния при ведении горных	Отсутствие знаний	Частично сформированные представления о физико-механических свойствах породных массивов и их структурно-механических особенностях; механических процессах в массивах горных пород, возникающих в результате нарушения их естественного напряженно-деформированного состояния	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о физико-механических свойствах породных массивов и их структурно-механических особенностях; механических процессах в массивах горных пород, возникающих в результате нарушения их естественного	Сформированные представления о физико-механических свойствах породных массивов и их структурно-механических особенностях; механических процессах в массивах горных пород, возникающих в результате нарушения их естественного напряженно-деформированного состояния при ведении горных	Устный опрос

<p>потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана</p>		<p>работ, а также в техногенных оборудованях</p>		<p>при ведении горных работ, а также в техногенных оборудованях</p>	<p>напряженно-деформированного состояния при ведении горных работ, а также в техногенных оборудованях</p>	<p>работ, а также в техногенных оборудованях</p>	
	<p>ОПК-2.2. Оценивает строение, химический и минеральный состав участка недр, генетические типы месторождений полезных ископаемых</p>	<p>Обучающийся должен уметь: анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; определять физико-технические свойства горных пород</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Частично сформированные умения анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; определять физико-технические свойства горных пород;</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; определять физико-технические свойства горных пород;</p>	<p>Сформированные умения анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; определять физико-технические свойства горных пород;</p>	<p>Доклад</p>
	<p>ОПК-2.3. Осуществляет диагностику минералов и горных пород и изучение массивов горных</p>	<p>Обучающийся должен владеть: подходами к современным методам исследований физико-</p>	<p>Отсутствие владений</p>	<p>Частично сформированные владения подходами к современным методам исследований</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, владения подходами к</p>	<p>Сформированные владения подходами к современным методам исследований физико-</p>	<p>Решение задач</p>

	пород для решения задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана	технических свойств горных пород; терминологией в области физики горных пород и физических процессов при добыче полезных ископаемых		физико-технических свойств горных пород; терминологией в области физики горных пород и физических процессов при добыче полезных ископаемых	современным методам исследований физико-технических свойств горных пород; терминологией в области физики горных пород и физических процессов при добыче полезных ископаемых	технических свойств горных пород; терминологией в области физики горных пород и физических процессов при добыче полезных ископаемых	
ПК-2. Способен собирать, анализировать, оценивать и обобщать геолого-геофизическую информацию по объектам подсчета углеводородного сырья	ПК-2.3. Анализирует и оценивает полученную и обработанную геолого-геофизическую информацию, отбраковывает недостоверные данные (каротаж, петрофизика)	Обучающийся должен знать: закономерности поведения породных отложений и незакрепленных горных выработок; закономерности взаимодействия рабочих органов горных машин и горных пород; плотностные и прочностные свойства горных	Отсутствие владений	Частично сформированные владения математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания исследований физико-технические свойства горных пород; навыками работы с необходимой	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, владения математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания исследований физико-технические свойства горных пород;	Сформированные владения математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания исследований физико-технические свойства горных пород; навыками работы с необходимой справочной литературой и	Решение задач. Контрольная работа

		<p>пород и их влияние на технологические процессы горного производства; тепловые свойства горных пород и основные закономерности термодинамических процессов протекающих в горных породах, электрические и магнитные свойства горных пород, основные закономерности влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; методы определения физико-технических свойств горных пород;</p>		<p>справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач в области физики горных пород и процессов.</p>	<p>навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач в области физики горных пород и процессов.</p>	<p>современными вычислительными средствами для решения практических задач в области физики горных пород и процессов.</p>	
--	--	---	--	---	---	--	--

		закономерности использования физико-технических свойств горных пород при решении задач горного производства.					
ПК-2.2. Участвует в подготовке материалов, используемых при разработке плановой и проектной документации	Обучающийся должен уметь: оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения технологических задач горного производства	Отсутствие умений	Частично сформированные умения оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения технологических задач горного производства	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения технологических задач горного производства	Сформированные умения оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения технологических задач горного производства	Доклад	
ПК-2.1. Выстраивает профессиональную деятельность с учётом особенностей проведения работ по	Обучающийся должен владеть: математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания	Отсутствие знаний	Частично сформированные представления о закономерностях поведения породных отложений и	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о закономерностях поведения	Сформированные представления о закономерностях поведения породных отложений и незакрепленных горных	Устный опрос	

	<p>подсчету и управлению углеводородным и запасами</p>	<p>исследований физико-технические свойства горных пород; навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительным и средствами для решения практических задач в области физики горных пород и процессов.</p>		<p>незакрепленных горных выработок; закономерностей взаимодействия рабочих органов горных машин и горных пород; плотностных и прочностных свойствах горных пород и их влияния на технологических процессах горного производства; тепловых свойствах горных пород и основных закономерностях их процессов протекающих в горных породах, электрических и магнитных свойствах горных пород,</p>	<p>породных отложений и незакрепленных горных выработок; закономерностей взаимодействия рабочих органов горных машин и горных пород; плотностных и прочностных свойствах горных пород и их влияния на технологических процессах горного производства; тепловых свойствах горных пород и основных закономерностях их процессов протекающих в горных породах, электрических и магнитных</p>	<p>выработок; закономерностях взаимодействия рабочих органов горных машин и горных пород; плотностных и прочностных свойствах горных пород и их влияния на технологических процессах горного производства; тепловых свойствах горных пород и основных закономерностях термодинамических процессов протекающих в горных породах, электрических и магнитных свойствах горных пород, основных закономерностях влияния внутренних факторов и</p>	
--	--	---	--	--	---	--	--

				<p>основных закономерностей влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; методы определения физико-технических свойств горных пород; закономерности использования физико-технических свойств горных пород при решении задач горного производства.</p>	<p>свойствах горных пород, основных закономерностях влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; методы определения физико-технических свойств горных пород; закономерности использования физико-технических свойств горных пород при решении задач горного производства.</p>	<p>внешних полей на свойства горных пород; методы определения физико-технических свойств горных пород; закономерностях использования физико-технических свойств горных пород при решении задач горного производства.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

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

Устный опрос

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-2 по индикатору 2.1:

1. Определение типа носителей тока в минералах-полупроводниках..
2. Электропроводность углей различной степени метаморфизма.
4. Изменение электропроводности горных пород под действием температуры и давления.
5. Контактные разности потенциалов в горных породах.
6. Электрохимические процессы в двойном электрическом слое.
7. Вызванная поляризация пород со смешанным типом проводимости
8. Природа вызванной поляризации пород с ионным типом проводимости.
9. Ферромагнетизм, природа ферромагнетизма.
11. Доменная структура ферромагнетиков.
12. Магнитная восприимчивость изверженных, осадочных и метаморфических пород
13. Изменение магнитной восприимчивости пород в процессе околорудного метасоматоза.
14. Магнитная восприимчивость руд
15. Периодическое изменение плотности химических элементов.
16. Плотность изверженных, осадочных и метаморфических горных пород и факторы, её определяющие: минеральный состав и структура породы.
17. Влияние пористости, глубины залегания, степени метаморфизма, возраста пород на их плотность
18. Плотность околорудно-изменённых пород и полезных ископаемых
19. Плотность водо-нефте-насыщенных пород
20. Продольные, поперечные, упругие и пластичные деформации
21. Зависимость упругих свойств пород от пористости и плотности
22. Скорости распространения упругих волн в горных породах
23. Волновое сопротивление, коэффициенты отражения и затухания упругих волн.
24. Скорости распространения упругих волн в слоях Земли.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 по индикатору 2.1:

1. Какие факторы влияют на электропроводность горной породы (перечислить)?
2. Поляризации окислительно-восстановительной и диффузионно-адсорбционной природы. Чем принципиально различаются по составу (минеральному, литологическому) породы, в которых эти виды поляризации присутствуют?
3. Двойной электрический слой (ДЭС). Какое значение имеет ДЭС в формировании поляризации окислительно-восстановительной и диффузионно-адсорбционной природы?
4. Условие для возникновения диффузионной поляризации?
5. Как изменяется электропроводность химических элементов с увеличением заряда ядер: по периоду, по группе? (увеличивается – уменьшается?)
6. Расположите минералы графит, самородное железо и кварц в порядке возрастания энергии активации.
7. Назовите интервал удельного электрического сопротивления, в котором находится удельное электрическое сопротивление пирита.

8. Горная порода состоит из минералов кварца, пирита и галенита. Какие из них диэлектрики, какие – полупроводники?
9. Минерал халькопирит не имеет примесей. У него одинаковое количество электронов проводимости и дырок? Какой знак термоЭДС будет у этого минерала
10. Две горные породы одного и того же состава имеют разные удельные электрические сопротивления. С чем это может быть связано?

Доклад

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-2 по индикатору 2.2:

Свойства и классификации горных пород

- 1 Минералы, понятие и потенциальная зона их залегания.
- 2 Основные химические элементы, формирующие минералы Земной коры.
- 3 Классификация минералов на основные группы по химическому составу.
- 4 Классификация минералов по условиям их образования.
- 5 Классификация минералов на основные группы по внутреннему строению кристаллической решётки.
- 6 Основные типы горных пород по происхождению, причины отличия их физических свойств.
- 7 Основные процессы петрогенеза.
- 8 Основное различие между минералом и горной породой.
- 9 Основа химической классификации магматических горных пород.
- 10 Принцип классификации пород по силам связей зёрен.
- 11 Принцип разделения твёрдых, связных и рыхлых пород на группы в зависимости от их строения.
- 12 Основные отличия в свойствах и поведении "породы в образце" и "породы в массиве", а также "массива горных пород" и "породной массы".
- 13 Основные признаки, положенные в основу пяти классификаций трещин в горных породах.
- 14 Технологические категории скальных и полускальных пород по степени их трещиноватости.

Физико-технические свойства и классификации горных пород

- 15 Наиболее часто применяемые физико-технические параметры горных пород, понятие и их классификация по виду соответствующих внешних полей.
- 16 Классификация наиболее часто применяемых физико-технических свойств и параметров горных пород.
- 17 Группа параметров физических процессов в горных породах, оценивающих необратимые превращения одного вида энергии в породах в другой вид.
- 18 Группа параметров физических процессов в горных породах, описывающих процессы передачи энергии, а также перемещения жидкости и газов в породах.
- 19 Экспериментальное определение физико-технических параметров горных пород.
- 20 Статистическая обработка результатов эксперимента, необходимость, основные расчётные показатели.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 по индикатору 2.2:

***Основные методы определения свойств горных пород в лабораторных условиях
Плотностные, механические и деформационные свойства горных пород и массивов***

- 21 Определение объёмной массы пород, понятие, количественная оценка.
- 22 Определение плотности пород, понятие, количественная оценка.
- 23 Пористость горных пород, понятие, методы определения её количественной оценки.
- 24 Основные группы механических свойств, характеризующие поведение пород при воздействии на них нагрузок.
- 25 Продольные и поперечные деформации горных пород, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
- 26 Деформация образца породы под действием нормальных и касательных сил, условия возникновения, схема и аналитическое выражение.
- 27 Предел прочности горных пород при сжатии, метод и схема определения, количественная оценка.
- 28 Предел прочности горных пород при растяжении, методы и схемы определения, количественная оценка.
- 29 Предел прочности горных пород при изгибе, методы и схемы определения, количественная оценка.
- 30 Определение контактной прочности горных пород, метод и схема определения, количественная оценка.
- 31 Коэффициент крепости (динамический) по М. М. Протодьяконову (младшему), понятие, способ определения, количественная оценка.
- 32 Основы теории прочности Мора.
- 33 Пластические и реологические свойства горных пород.
- 34 Содержание и перемещение жидкостей и газов в породах.

Упругие свойства горных пород.

- 35 Основные показатели, характеризующие упругие свойства горных пород.
- 36 Акустические свойства пород, понятие, основные количественные оценки.
- 37 Модуль сдвига породы, понятие, количественная оценка.
- 38 Модуль объёмного сжатия пород, понятие, количественная оценка.
- 39 Различия значения модулей упругости наблюдаемых в слоистых породах параллельно слоям и перпендикулярно к ним, условия и схемы их проявления, количественная оценка.
- 40 Физическая сущность распространения упругих волн в горных породах.
- 41 Скорость распространения поверхностных упругих волн в неограниченной абсолютно упругой изотропной среде, условия их распространения в горных породах, количественная оценка.
- 42 Коэффициент поглощения упругих колебаний в горных породах.
- 43 Скорость распространения поперечных упругих волн в неограниченной абсолютно упругой изотропной среде, условия их распространения в горных породах, количественная оценка.
- 44 Влияние трещиноватости, пористости и слоистости горных пород на скорость распространения в них упругих волн, обоснование, причины и условия.
- 45 Изменения скорости продольных упругих волн в породах с изменением их объёмной массы, обоснование, причины и условия.

Тепловые свойства горных пород и массивов

- 46 Теплоёмкость горных пород, понятие, количественная оценка.
- 47 Калориметрический способ определения удельной теплоёмкости горных пород.
- 48 Влияние минерального состава пород на их удельную теплоёмкость.

- 49 Теплопроводность горных пород, основные теории передачи тепла.
- 50 Градиент температуры вдоль оси стационарного теплового потока в горной породе, понятие, аналитическое выражение количественной оценки.
- 51 Удельный тепловой поток в горной породе, аналитическое выражение количественной оценки.
- 52 Коэффициент теплопередачи, зависящий от свойств соприкасающихся горных пород, понятие, аналитическое выражение количественной оценки.
- 53 Различие тепловых свойств наблюдаемых в слоистых породах параллельно слоям и перпендикулярно к ним, условия и схемы их проявления, количественная оценка.
- 54 Тепловое расширение горных пород, понятие, механизм.
- 55 Коэффициент объёмного теплового расширения, понятие, аналитическое выражение количественной оценки.
- 56 Основные внешние и внутренние факторы, влияющие на тепловое расширение пород. ***Электрические, магнитные и радиационные свойства горных пород и массивов.***
- 57 Особые случаи поляризации: электрохимическая поляризация, пьезоэлектрический эффект, пироэлектрический эффект, трибоэлектричество, понятие, условия проявления.
- 58 Относительная диэлектрическая проницаемость горных пород, понятие, условия проявления, количественная оценка.
- 59 Электрическая проводимость горных пород, понятие, условия проявления, количественная оценка.
- 60 Угол диэлектрических потерь, понятие, схема породного конденсатора, векторная диаграмма токов и напряжений, количественная оценка.
- 61 Относительная магнитная проницаемость горных пород, понятие, количественная оценка.
- 62 Объёмная и удельная магнитная восприимчивость горных пород, понятия, количественная оценка.
- 63 Влияние минерального состава пород на их магнитные свойства.
- 64 Радиационные свойства горных пород.

Параметры состояния породных массивов

- 65 Методы полевой геофизики в изучении строения и состояния массива горных пород.
- 66 Скважинные методы исследования строения и состояния массива горных пород.
- 67 Строение, состав, состояние и классификации разрыхленных горных пород.
- 68 Мёрзлые горные породы
- 69 Морозостойкость пород.

Закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей

- 70 Влияние влажности (вещественного поля) на механические свойства пород.
- 71 Влияние горного давления на механические свойства пород.
- 72 Воздействие электрического и магнитного полей на механические свойства пород.
- 73 Влияние увлажнения на тепловые и электромагнитные свойства пород.
- 74 Воздействие теплового поля на электромагнитные свойства пород.

Горно-технологические параметры горных пород

- 75 Методы определения хрупкости горных пород.
- 76 Методы определения пластичности горных пород.
- 77 Методы определения буримости горных пород.

- 78 Методы определения взрываемости горных пород.
- 79 Методы определения вязкости горных пород.
- 80 Методы определения дробимости горных пород.
- 81 Методы определения абразивности горных пород.

Влияние свойств горных пород и состояния породного массива на технологию и механизацию разработки месторождений полезных ископаемых

- 82 Использование физических свойств пород для обеспечения контроля за процессом дробления горных пород при обогащении.
- 83 Использование физических свойств пород для обеспечения контроля за процессом обогащения полезных ископаемых.
- 84 Использование физических свойств пород для обеспечения радиосвязи в подземных горных выработках.
- 85 Использование физических свойств пород для обеспечения контроля за устойчивостью породных обнажений в горных выработках и на откосах карьеров.
- 86 Использование физических свойств пород для обеспечения контроля за нарушенностью массива горных пород.
- 87 Пассивный и активный акустические методы, применяемые с целью определения напряжений в массиве горных пород.
- 88 Использование физических свойств пород для прогноза областей потенциально опасных по проявлению динамических явлений в массиве горных пород.
- 89 Использование физических свойств пород для определения (и контроля) состава полезных ископаемых.
- 90 Использование физических свойств пород для контроля их влажности.
- 91 Использование физических свойств пород для контроля качества строительных материалов.

Решение задач

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-2 по индикатору 2.3:

1. Расчет физико-механических свойств и построение паспорта прочности

В таблице приведены исходные данные для определения физико-механических свойств и построения паспорта прочности. Рассчитать пределы прочности при сжатии и растяжении, модуль упругости, пределы прочности пород в массиве при длительном сжатии и растяжении, построить паспорт прочности в графическом и табличном видах.

Расчет и построение паспорта прочности выполнить при значениях угла сдвига пород в установке $\alpha = 30, 45, 60^\circ$. Коэффициент структурного ослабления принять равным 0,6.

Вариант	Плотность породы, кг/м ³	Коэффициент Пуассона	Коэффициент крепости пород	Скорость упругой волны, м/с	Коэффициент длительной прочности
1	2250	0,23	9	4800	0,70
2	2270	0,26	11	4900	0,79
3	2290	0,22	10	4950	0,72
4	2310	0,27	13	4850	0,80
5	2330	0,28	15	5100	0,82
6	2350	0,30	14	5000	0,86
7	2370	0,29	17	5050	0,84
8	2390	0,25	12	5150	0,81
9	2410	0,24	15	5200	0,76
10	2430	0,23	11	5000	0,72
11	2450	0,24	12	5300	0,75
12	2470	0,28	16	5200	0,77
13	2490	0,27	14	5250	0,79
14	2510	0,29	12	5350	0,81
15	2530	0,21	13	5500	0,83
16	2550	0,26	11	5600	0,77
17	2570	0,22	10	5650	0,80
18	2590	0,28	15	5550	0,83
19	2610	0,29	18	5400	0,79
20	2630	0,25	19	5700	0,81

Ответ:

Расчеты по формулам (1) дают результаты, близкие к расчетным значениям C_0 и φ_0 , полученным по методике ГОСТ. Например, при $\sigma_p = 10,2$ МПа и $\sigma_{сж} = 78,7$ МПа по методике ГОСТ получим $C_0 = 17$ МПа и $\varphi_0 = 49^\circ$, а по формулам (1) $C_0 = 14$ МПа и $\varphi_0 = 50^\circ$.

Поставим задачу – по результатам многократных испытаний образцов, выполненных для определения прочности при одноосном сжатии и растяжении, оценить сцепление и угол внутреннего трения (коэффициент внутреннего трения), их природную изменчивость и взаимную корреляцию.

Сцепление и коэффициент внутреннего трения находим по формулам (1), используя среднеарифметические значения пределов прочности при одноосном сжатии и растяжении, полученные по результатам испытаний образцов (m – число испытаний на сжатие, n – число испытаний на растяжение):

$$\sigma_p = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{pi}}{n}; \quad \sigma_{сж} = \frac{\sum_{i=1}^m \sigma_{сжи}}{m}; \quad C = \frac{\sqrt{\sigma_p \sigma_{сж}}}{2}; \quad \varphi = \arctg \frac{\sigma_{сж} - \sigma_p}{2\sqrt{\sigma_p \sigma_{сж}}}$$

2. Расчет пористости горных пород

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

Вариант	Объём образца, см ³	Объём составляющих зерен, см ³
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:

Элементы матрицы частных производных рассчитаем по формулам:

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_1} & \frac{\partial y_1}{\partial x_2} \\ \frac{\partial y_2}{\partial x_1} & \frac{\partial y_2}{\partial x_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{\sigma_p}}{4\sqrt{\sigma_{ск}}} & \frac{\sqrt{\sigma_{ск}}}{4\sqrt{\sigma_p}} \\ \frac{\sigma_{ск} + \sigma_p}{4\sigma_{ск}\sqrt{\sigma_{ск}\sigma_p}} & -\frac{\sigma_{ск} + \sigma_p}{4\sigma_p\sqrt{\sigma_{ск}\sigma_p}} \end{pmatrix}. \quad ($$

Ковариационная матрица переменных x_1 и x_2 , в силу независимости результатов испытаний образцов на прочность, имеет вид диагональной матрицы:

$$\mathbf{K}_{ск, сп} = \begin{pmatrix} s_{ск}^2 & \\ & s_{сп}^2 \end{pmatrix}, \quad ($$

3. Рассчитать коэффициент открытой пористости образца 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:

По формулам (2) вычисляем параметры паспорта прочности: $C = 16,8$ МПа;
 $\text{tg}\varphi = 1,476$; $\varphi = 55,9^\circ$. По таблицам ГОСТ получим $C = 19,3$ МПа; $\varphi = 53,5^\circ$.

Расчет ковариационной матрицы по формулам (2)–(4):

$$K_{C, \text{tg}\varphi} = BK_{\text{сж, ср}}B^T = \begin{pmatrix} 13,77 & 0,2766 \\ 0,2766 & 0,1554 \end{pmatrix}$$

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 по индикатору 2.3:

3. Расчет проницаемости горных пород

3.1. 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	
N_i	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	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}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	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}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	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}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	h_{iM}	$k_{iMД}$	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:

Ковариационная матрица параметров C и $\text{tg}\varphi$ линейной зависимости будет вычисляться по формуле [8, 10]:

$$K_{C, \text{tg}\varphi} = (A^T K_{\tau}^{-1} A)^{-1} = \begin{pmatrix} k_1 & k_{12} \\ k_{12} & k_2 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Элементы матрицы частных производных уравнений связи $\tau_i = \sigma_i \text{tg}\varphi + C$, которые составляются для каждого из n испытаний, рассчитываются по формулам:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial \tau_1}{\partial C} & \frac{\partial \tau_1}{\partial \text{tg}\varphi} \\ \dots & \dots \\ \frac{\partial \tau_n}{\partial C} & \frac{\partial \tau_n}{\partial \text{tg}\varphi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \sigma_1 \\ \dots & \dots \\ 1 & \sigma_n \end{pmatrix}.$$

3.2. 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_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$
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_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$
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_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$
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_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$	L_{iM}	$k_{iMД}$
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:

Удельное сцепление и коэффициент внутреннего трения оцениваются по методу наименьших квадратов:

$$\begin{pmatrix} C \\ f \end{pmatrix} = (A^T K_{\tau}^{-1} A)^{-1} A^T K_{\tau}^{-1} \tau = \frac{\Delta_{\tau}^2}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2} \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 & -\sum_{i=1}^n \sigma_i \\ -\sum_{i=1}^n \sigma_i & n \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{\Delta_{\tau}^2} \begin{pmatrix} 1 & \dots & 1 \\ \sigma_1 & \dots & \sigma_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tau_1 \\ \dots \\ \tau_n \end{pmatrix},$$

3.3. 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 _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,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 _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,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 _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,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 _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,мД}	R _{и,м}	k _{и,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:

$$s_{\tau} = \sqrt{(\tau^T \tau - \tau^T A (A^T A)^{-1} A^T \tau) / (n - 2)} = 10,6 \text{ кПа};$$

$$K_{C, \text{эф}} = s_{\tau}^2 (A^T A)^{-1} = s_{\tau}^2 \begin{pmatrix} \frac{7}{27} & -\frac{1}{900} \\ \frac{1}{900} & \frac{1}{180\,000} \end{pmatrix}.$$

$$s_C = 5,4 \text{ кПа}; \quad s_f = 0,025; \quad s_{\varphi} = 1,3^{\circ}; \quad r_{C, f} = -0,926.$$

4. Анализ гранулометрического (механического) состава породы

Определить коэффициент неоднородности, эффективный диаметр песка нефтесодержащих пород и подобрать размер щелей фильтра, служащего для ограничения песка. Данные ситового и седиментационного анализа приведены в таблице

№ п/п	Размеры отверстий сит, мм		Масса навески, г
	минимальное – максимальное значение		

	варианты					варианты				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0,05-0,025	0,12-0,06	0,14-0,04	0,13-0,09	0,16-0,1	0,5	0,04	0,5	0,5	0,75
2	0,1-0,05	0,16-0,12	0,24-0,14	0,27-0,13	0,3-0,16	6,5	9,96	9,5	11,5	10,75
3	0,3-0,1	0,24-0,16	0,26-0,24	0,29-0,27	0,34-0,3	14,5	6,0	12,5	11,5	10,5
4	0,5-0,3	0,34-0,24	0,34-0,26	0,39-0,29	0,38-0,34	15,5	4,0	13,5	12,5	11,5
5	0,7-0,5	0,4-0,34	0,38-0,34	0,41-0,39	0,42-0,38	10,0	21,5	7,5	10,0	12,0
6	1-0,7	0,9-0,4	0,78-0,38	1,11-0,41	0,94-0,42	3,0	8,5	6,5	4,0	4,5
	варианты					варианты				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
1	0,1-0,02	0,1-0,06	0,16-0,09	0,16-0,11	0,18-0,12	0,6	0,09	0,4	0,7	0,8
2	0,18-0,1	0,19-0,1	0,21-0,16	0,24-0,16	0,24-0,18	6,1	9,26	9,5	10,5	9,75
3	0,32-0,18	0,29-0,19	0,26-0,21	0,28-0,24	0,3-0,24	12,3	5,8	13,7	9,8	12,2
4	0,43-0,32	0,32-0,29	0,39-0,26	0,39-0,28	0,39-0,3	14,1	4,3	13,0	10,5	10,9
5	0,62-0,43	0,49-0,32	0,57-0,39	0,55-0,39	0,58-0,39	12,0	17,5	6,8	8,7	12,5
6	1-0,62	0,98-0,49	0,82-0,57	1,17-0,55	0,87-0,58	3,3	8,8	6,9	4,2	4,9

№ п/п	Размеры отверстий сит, мм					Масса навески, г				
	минимальное – максимальное значение									
	варианты					варианты				
	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
1	0,08-0,03	0,14-0,08	0,23-0,11	0,18-0,12	0,16-0,11	0,64	0,11	0,5	0,9	1,1
2	0,19-0,08	0,19-0,14	0,27-0,23	0,27-0,18	0,27-0,16	7,8	7,26	9,1	10,9	8,76
3	0,39-0,19	0,33-0,19	0,34-0,27	0,36-0,27	0,35-0,27	15,1	6,8	13,0	9,9	11,3

4	0,58-0,39	0,42-0,33	0,49-0,34	0,43-0,36	0,53-0,35	13,1	4,7	12,1	11,2	10,4
5	0,71-0,58	0,57-0,42	0,63-0,49	0,57-0,43	0,67-0,53	11,5	14,5	5,7	9,4	11,8
6	0,94-0,71	0,96-0,57	0,78-0,63	1,08-0,57	0,84-0,67	2,8	8,1	6,0	4,8	4,4
	варианты					варианты				
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
1	0,1-0,03	0,13-0,08	0,18-0,09	0,19-0,13	0,18-0,12	0,59	0,15	0,8	1,2	1,4
2	0,18-0,1	0,19-0,13	0,24-0,18	0,27-0,19	0,25-0,18	6,8	8,07	8,9	9,7	9,23
3	0,27-0,18	0,27-0,19	0,31-0,24	0,36-0,27	0,36-0,25	12,3	6,9	13,2	9,4	11,9
4	0,48-0,27	0,33-0,27	0,43-0,31	0,4-0,36	0,45-0,36	14,7	4,9	12,8	11,6	10,9
5	0,70-0,48	0,47-0,33	0,65-0,43	0,71-0,4	0,69-0,45	10,7	13,8	5,9	9,7	11,3
6	0,87-0,70	0,91-0,47	0,83-0,65	1,02-0,71	0,74-0,69	3,5	7,4	5,6	4,1	4,5

Таблица расчетных данных

Размеры отверстий сит, мм		Средний диаметр частиц фракций, $d_{срi}$	$lg d_{срi}$	Масса навески m_i , г	Суммарная масса навески $\sum m_i$, г	Массовая концентрация (доля) фракции $C_{mi} \cdot 100\%$	Суммарная массовая концентрация $\sum C_{mi} \cdot 100\%$
от	до						
1	2	3	4	5	6	7	8
d_1	d_2	$\frac{d_1 + d_2}{2}$	$lg d_{ср1}$	m_1	m_1	$\frac{m_1}{\sum m_i}$	$\frac{m_1}{\sum m_i}$
d_2	d_3	$\frac{d_2 + d_3}{2}$	$lg d_{ср2}$	m_2	$m_1 + m_2$	$\frac{m_2}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2}{\sum m_i}$
d_i	d_{i+1}	$\frac{d_i + d_{i+1}}{2}$	$lg d_{срi}$	m_i	$m_1 + m_2 + \dots + m_i$	$\frac{m_i}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2 + \dots + m_i}{\sum m_i}$
d_{i+1}	d_{i+2}	$\frac{d_{i+1} + d_{i+2}}{2}$	$lg d_{срi+1}$	m_{i+1}	$m_1 + m_2 + \dots + m_{i+1}$	$\frac{m_{i+1}}{\sum m_i}$	$\frac{m_1 + m_2 + \dots + m_i + m_{i+1}}{\sum m_i}$

Размеры щелей различных забойных фильтров

Наименование отверстий фильтров	Формула определения	Абсолютное значение
Ширина прямоугольных щелей щелевидных фильтров, мм	$2 \cdot d_{90}$	
Диаметр круглых отверстий фильтра, мм	$3 \cdot d_{90}$	
Диаметр зерен гравия в гравийных фильтрах, мм	$(10 \dots 12) \cdot d_{90}$	

Ответ:

$$\sigma_{и} = \sigma_o + \sigma_r,$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_z = \sigma_{oz} - \sigma_{zz} = \sigma_{oz} - \gamma H, \\ \sigma_x = \sigma_{ox} + \frac{\mu}{1-\mu} \gamma H, \\ \sigma_y = \sigma_{oy} + \frac{\mu}{1-\mu} \gamma H, \end{array} \right.$$

5. 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 $d=3,1 \text{ см}$. Исходные данные приведены в таблице.

№	Капиллярное давление P_k , мм.рт.ст					Показания бюретки, 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, 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

№	Варианты задания									
	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
	1	10,7	9,6	6,1	7,4	8,3	4,280	3,840	2,440	2,960
2	20,7	18,6	12,1	13,4	15,3	4,280	3,840	2,440	2,960	3,320
3	30,7	28,6	22,1	23,4	25,3	4,020	3,580	2,180	2,700	3,060
4	40,7	38,6	32,1	33,4	35,3	3,760	3,320	1,920	2,440	2,800
5	50,7	48,6	42,1	43,4	45,3	3,500	3,060	1,660	2,180	2,540
6	70,7	68,6	62,1	63,4	65,3	3,240	2,800	1,400	1,920	2,280
7	80,7	78,6	72,1	73,4	75,3	2,980	2,540	1,310	1,660	2,020
8	100,7	98,6	92,1	93,4	95,3	2,720	2,420	1,250	1,500	1,860
9	120,7	118,6	112,1	113,4	115,3	2,591	2,356	1,186	1,438	1,814
10	150,7	148,6	142,1	143,4	145,3	2,568	2,304	1,164	1,376	1,792

№	Варианты задания									
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
	1	10,8	12,7	12,1	9	10,3	4,320	5,080	4,840	3,600
2	20,8	22,7	22,1	19	20,3	4,320	5,080	4,840	3,600	4,120
3	30,8	32,7	32,1	29	30,3	4,060	4,820	4,580	3,340	3,860
4	40,8	42,7	42,1	39	40,3	3,800	4,560	4,320	3,080	3,600
5	50,8	52,7	52,1	49	50,3	3,540	4,300	4,060	2,820	3,340
6	70,8	72,7	72,1	69	70,3	3,280	4,040	3,800	2,560	3,080
7	80,8	82,7	82,1	79	80,3	3,020	3,780	3,540	2,300	2,820

8	100,8	102,7	102,1	99	100,3	2,760	3,520	3,280	2,240	2,560
9	120,8	122,7	122,1	119	120,3	2,617	3,087	2,983	2,192	2,489
10	150,8	152,7	152,1	149	150,3	2,592	3,048	2,904	2,160	2,472

Расчет остаточной водонасыщенности

№	Капиллярное давление P_k , мм.рт.ст.	Показания бюретки, см ³	Объем вытесненной из образца воды		Объем оставшейся в образце воды		Размеры радиусов пор r , мкм
			см ³	% от объема пор	см ³	% от объема пор	
1							
~	~	~	~	~	~	~	~
10							

Количество воды, поглощенной порами образца

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Первоначальное количество воды в порах образца	1,947	1,447	1,215	1,617	2,197	1,704	1,084	2,330	1,920	1,755

Параметр	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Первоначальное количество воды в порах образца	1,831	1,634	1,033	1,260	1,420	1,858	2,197	2,104	1,574	1,811

Ответ:

С учетом значения данного коэффициента равенства можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} \sigma_{\text{н}} = 3\sigma_{\text{но}} + \sigma_{\text{г}} \text{ или } \sigma_{\text{з}} = 3\sigma_{\text{ноз}} - \gamma H, \\ \sigma_{\text{x}} = 3\sigma_{\text{нох}} + \left[\frac{\mu}{(1-\mu)} \right] \cdot \gamma H, \\ \sigma_{\text{y}} = 3\sigma_{\text{ноу}} + \left[\frac{\mu}{(1-\mu)} \right] \cdot \gamma H, \end{cases}$$

6. 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 ²	Толщина залежи h , м	Давление пластовое $p_{\text{пл}}$, МПа	Давление насыщения $p_{\text{н}}$, МПа	Температура пластовая $T_{\text{пл}}$, К	Пористость m , дол.ед.	Количество связанной воды $s_{\text{в}}$, %	Коэффициент сжимаемости пористой среды $\beta \cdot 10^{-4}$, МПа ⁻¹
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
11	100	12,1	17,2	5,4	370	0,19	13,2	2,9
12	102	12,5	17,6	5,5	373	0,18	13,5	3
13	105	12,9	18	5,6	376	0,17	13,8	3,1
14	107	13,3	18,4	5,8	379	0,16	14,1	3,2
15	110	13,7	18,8	5,9	378	0,15	14,4	3
16	113	14,1	19,2	6	377	0,16	14,7	2,8
17	116	14,5	19,6	6,1	376	0,17	15	2,6
18	119	14,9	20	6,3	375	0,18	15,3	2,4
19	122	15,3	20,4	6,4	374	0,19	15,6	2,2
20	125	15,7	20,8	6,5	373	0,2	15,9	2

Ответ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_x = \left(\frac{V_{soz}}{V_{sz}} - 1 \right) K_z, \\ \sigma_y = \left(\frac{V_{sox}}{V_{sx}} - 1 \right) K_x, \\ \sigma_z = \left(\frac{V_{soy}}{V_{sy}} - 1 \right) K_y, \end{array} \right. \quad (8)$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – нормальное напряжение по направлению X, Y, Z , соответственно; K_x, K_y, K_z – волновой модуль напряжения (название наше) по направлениям X, Y, Z , соответственно; V_{sx}, V_{sy}, V_{sz} – скорость прохождения через определенную базу нагруженного материала ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны по направлениям X, Y, Z , соответственно; $V_{sox}, V_{soy}, V_{soz}$ – скорость прохождения ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны по направлениям X, Y, Z , соответственно, при отсутствии напряжения (ненагруженное состояние).

Перечень вопросов к зачету

1. Основные понятия и определения физики горных пород.
2. Механические свойства горных пород и массивов
3. Электропроводность горных пород, влияние минерального состава, структуры, влажности и газонефтенасыщенности
4. Электропроводность углей различной степени метаморфизма.
5. Изменение электропроводности горных пород под действием температуры и давления.
6. Контактные разности потенциалов в горных породах.
7. Электрохимические процессы в двойном электрическом слое.
8. Вызванная поляризация пород со смешанным типом проводимости
9. Природа вызванной поляризации пород с ионным типом проводимости.
10. Зависимость вызванной поляризации пород от влажности, структуры и размера пор, состава и концентрации
11. Ферромагнетизм горных пород, природа ферромагнетизма.
12. Доменная структура ферромагнетиков.
13. Магнитная восприимчивость изверженных, осадочных и метаморфических пород
14. Изменение магнитной восприимчивости пород в процессе околорудного метасоматоза.
15. Магнитная восприимчивость руд
16. Периодическое изменение плотности химических элементов.
17. Плотность изверженных, осадочных и метаморфических горных пород и факторы, её определяющие: минеральный состав и структура породы.
18. Влияние пористости, глубины залегания, степени метаморфизма, возраста пород на их плотность
19. Плотность околорудно-изменённых пород и полезных ископаемых
20. Плотность водо-нефте-насыщенных пород
21. Продольные, поперечные, упругие и пластичные деформации
22. Зависимость упругих свойств пород от пористости и плотности
23. Скорости распространения упругих волн в горных породах
24. Волновое сопротивление, коэффициенты отражения и затухания упругих волн.
25. Скорости распространения упругих волн в слоях Земли.
26. Взаимосвязь между физическими параметрами горных пород.
27. Петрофизические модели и классификации.
28. Тепловые свойства горных пород и массивов.
29. Естественная радиоактивность горных пород.
30. Виды остаточной намагниченности горных пород.

31. Естественная и вызванная поляризации горных пород.

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
Модуль 1				
Текущий контроль			0	25
1. Устный опрос	3	3	0	9
2. Решение задач	4	4	0	16
Рубежный контроль				25
1. Доклад	3	5	0	15
2. Контрольная работа №1	10	1	0	10
итого			0	50
Модуль 2				
Текущий контроль			0	25
1. Устный опрос	3	3	0	9
2. Решение задач	4	4	0	16
Рубежный контроль			0	25
1. Доклад	3	5	0	15
2. Контрольная работа №2	10	1	0	10
итого			0	50
Поощрительные баллы				
1. Выполнение дополнительных заданий (из перечня заданий для практических работ)	2	5	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
Посещение лекционных занятий			0	-6
Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
Зачёт			0	0
итого			0	110

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по

итогах 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:

Рейтинговый балл = $k \times$ 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 зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 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.