

**Приложение 2 к РПД «Горная геофизика»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2020**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Горная геофизика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

2. Перечень компетенций

– владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов; владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);

– готовностью изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при ведении работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений, совершенствовать существующие и разрабатывать новые ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии добычи и переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений (ПК-15);

– готовностью демонстрировать владение основными методами контроля и мониторинга параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых и обработки полученной информации (ПСК-1.3).

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Введение	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	роль горной геофизики в решении задач информационного обеспечения горных работ	изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	Устный опрос Реферат
2. Предмет горной геофизики	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	специфические особенности проведения геофизических исследований в условиях горных предприятий	демонстрировать владение основными методами контроля и мониторинга параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых и обработки полученной информации	навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	
3. Методы гравиметрии	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	— геофизические методы контроля, использующие геофизические поля; — сущность комплексирования геофизических методов	выбрать методы проектирования и организации геофизических работ на горных предприятиях	— методами геофизического мониторинга на месторождениях полезных ископаемых; — геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.	Практическая работа
4. Методы магнитометрии	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3				Практическая работа
5. Электромагнитные методы	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3				Практические работы
6. Сейсмические, акустические и ультразвуковые методы	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3				Практическая работа
7. Ядерно-физические и термометрические методы	ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3				Устный опрос. Реферат

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Устный опрос

Процент правильных ответов	До 60	60-80	81-100
Количество баллов	3	4	5

4.2. Практическая работа

8 баллов – студент выполнил полностью все задания указанные в практической/лабораторной работе и может аргументировано пояснить ход своего решения.

6 баллов – студент выполнил не менее 85% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения и указать.

3 балла – студент решил не менее 50% заданий указанных в практической/лабораторной работе, и может аргументировано пояснить ход своего решения.

1 балл – студент не может аргументировано пояснить ход своего решения.

В случае, если сроки сдачи работ превышены, студентам сдавшим работу на 4 и 3 балла, количество баллов сокращается до 2 баллов.

4.3. Реферат

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<ul style="list-style-type: none">– студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;– делает выводы и обобщения;– свободно владеет понятиями
4	<ul style="list-style-type: none">– студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;– не допускает существенных неточностей;– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;– аргументирует научные положения;– делает выводы и обобщения;– владеет системой основных понятий
3	<ul style="list-style-type: none">– тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;– допускает несущественные ошибки и неточности;– испытывает затруднения в практическом применении знаний;– слабо аргументирует научные положения;– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;– частично владеет системой понятий
2	<ul style="list-style-type: none">– студент не усвоил значительной части проблемы;– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;– испытывает трудности в практическом применении знаний;– не может аргументировать научные положения;– не формулирует выводов и обобщений;– не владеет понятийным аппаратом

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.1. Типовые вопросы к устному опросу

1. На какие методы подразделяются все геофизические исследования?

Ответ: электромагнитные, сейсмоакустические, скважинные, гравитационные, ядерные, термометрия, сопутствующие.

2. Что такое морская геофизика?

Ответ: Применяется при поисках и изучении месторождений полезных ископаемых в пределах континентального шельфа, а также материкового склона и ложа Мирового океана.

Задачи: изучение глубинного строения земной коры под водами морей и океанов; поиски и подготовка к разведочному бурению площадей, перспективных на нефть и газ; картирование подводных россыпных месторождений. Морскую геофизику использует методы магнитометрии, гравиметрии, электроразведки, ядерной геофизики, сейсмической (также сейсмоакустической) разведки. Последний метод имеет важное значение для поисков структур, перспективных на нефть и газ.

5.2. Примерные темы рефератов

1. Геофизические методы при решении задач геологического картирования;
2. Геофизический мониторинг экологически опасных природных и техногенных процессов;
3. Геофизические явления, связанные с земным магнетизмом;
4. Геофизические явления, связанные с земным и атмосферным электричеством;
5. Геофизические методы решения гидрогеологических и инженерно-геологических задач;
6. Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых;
7. Методы глубинной геофизики. Нефтегазовая геофизика;
8. Рудная геофизика. Нерудная и угольная геофизика;
9. Гидрогеологическая и почвенно-мелиоративная геофизика;
10. Инженерно-геологическая и горная геофизика;
11. Мерзлотно-гляциологическая геофизика. Техническая и археологическая геофизика;
12. Экологическая геофизика;
13. Эколого-геофизические исследования и мониторинг геодинамических природных и техногенных процессов.

5.3. Типовой пример практической работы

Построение годографов сейсмических волн

Теоретическая часть

В зависимости от типа регистрируемых сейсмических волн, образующихся при наличии одной границы раздела упругих свойств различают годографы прямой, отраженной и преломленной волн.

Уравнение продольного годографа прямой волны имеет вид

$$t = \pm \frac{x}{V_1},$$

а сам годограф состоит из двух отрезков прямых (рисунок 1), исходящих из начала координат (принято, что источник помещен в начало координат) под углом γ . Эти отрезки называют правой и левой ветвями годографа. Наклон ветвей определяется только скоростью и связан с нею простым соотношением

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{1}{V_1}.$$

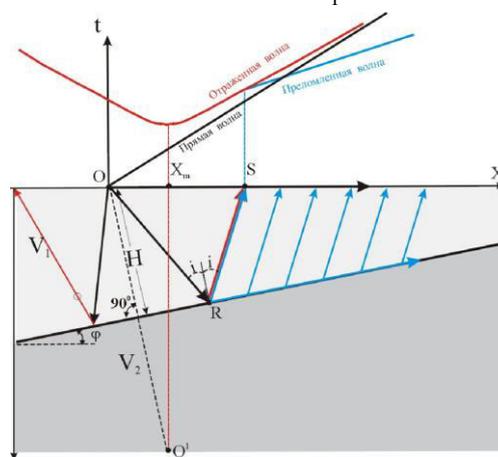


Рисунок 1 – Годографы сейсмических волн в случае наклонной границ раздела

Следовательно, по наклону годографа прямой волны можно определить скорость распространения сейсмических волн.

Уравнение годографа отраженной волны в случае наклонной отражающей границы имеет вид

$$t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4h \pm 4hx \sin \varphi},$$

где x – расстояние от пункта взрыва до сейсмоприемника; h – расстояние по нормали от пункта взрыва до отражающей границы; φ – угол наклона отражающей границы.

Линейный годограф отраженной волны имеет вид гиперболы.

Перед выражением $4hx \sin \varphi$ ставится знак минус для точек профиля, расположенных от пункта взрыва по восстанию отражающей границы, и знак плюс – для точек по падению ее.

В точке приема, совмещенной с источником ($x = 0$), падающий и отраженный лучи нормальны к границе, т.е. они совпадают. Путь пробега отраженной волны в эту точку равен $2h$ и называется эхо-глубиной. Время пробега волны вдоль нормального луча минимально и определяется по формуле $t_0 = 2h/V$. В случае наклонной границы данный минимум на годографе смещается в сторону восстания границы $x_{\min} = 2h \sin \varphi$. Минимальное время прихода отраженной волны в точку x_{\min} определяется выражением

$$t_{\min} = \frac{2h \cos \varphi}{V_1}.$$

Годограф отраженной волны асимптотически приближается к прямолинейному годографу прямой волны.

Уравнение годографа преломленной волны для наклонной преломляющей границы имеет вид

$$t_{\min} = \frac{1}{V_1} \left[\sin(i \mp \varphi) + 2h \cos i \right],$$

где i – угол полного внутреннего отражения, определяемый выражением $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$; φ – угол наклона преломляющей границы.

Знаки плюс или минус берут в зависимости от тех же условий, что и для годографа отраженной волны.

Годограф преломленной (головной) волны состоит из двух отрезков прямой линии наклоненных под некоторым углом к оси x и отстоящие от начала координат на некоторое расстояние.

Ветви годографа имеют угловые коэффициенты

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{\sin(i \pm \varphi)}{V_2}.$$

По годографу преломленной волны можно определить скорость движения фронта волны вдоль профиля наблюдения. Эта скорость называется кажущейся $V_k = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

Кажущаяся скорость обычно больше действительной и связь между ними выражается законом Бендорфа

$$V_k = \frac{V_2}{\sin \theta},$$

где $\theta = i + \varphi$ – угол падения луча, который зависит от угла полного внутреннего отражения i и угла наклона преломляющей границы φ .

Начальные точки годографа имеют координаты

$$x_n = \frac{2h \sin i}{\cos(i \mp \varphi)}.$$

В начальных точках ветви годографа головной волны касаются гиперболического годографа отраженной волны. За начальными точками головная волна регистрируется раньше отраженной волны. Головная волна на некоторых расстояниях x_c по обе стороны от источника обгоняет и прямую волну и регистрируется первой. Координаты x_c определяются из решения системы уравнений годографов прямой и головной волн.

Задание

1. Для двухслойной модели среды с заданными параметрами h , V_1 , V_2 , φ , Δx рассчитать времена прихода прямой, отраженной и преломленной (головной) сейсмических волн от источника к приемникам (решить прямую задачу сейсморазведки). Параметры модели необходимые для расчетов выдает преподаватель. Расчеты выполнить для 35 пикетов при этом пункт возбуждения находится на 18 пикете.

При расчетах учитывать, что в четных вариантах сейсмическая граница приближается к поверхности (восстает) с увеличением пикета, в нечетных вариантах – падает.

2. Результаты расчетов представить в виде таблицы

Таблица – Времена прихода сейсмических волн

Расстояние x , м	$t_{\text{пр}}$, с	$t_{\text{отр}}$, с	$t_{\text{прел}}$, с

3. Для преломленной волны рассчитать критический угол i , координаты начальных точек годографа x , и координаты x_c .
4. Для отраженной волны рассчитать координату минимума годографа x_{\min} .
5. По данным расчетов построить годографы прямой, отраженной и преломленных волн.
6. По годографу прямой волны определить скорость в покрывающем слое V_1 . По годографу преломленной волны определить кажущуюся скорость V_k , из закона Бендорфа получить значение скорости V_2 . Для отраженной волны определить t_0 время пробега волны в точке $x=0$.
7. Отчет должен содержать: название работы, исходные данные, основные формулы с пояснениями, результаты расчетов, годографы сейсмических волн, выводы.

5.4. Вопросы к экзамену

1. Геофизика как наука. Горная геофизика и ее роль в решении задач информационного обеспечения горных работ.
2. Классификация методов горной геофизики. Методология проектирования и организации геофизических работ на горных предприятиях.
3. Геофизический мониторинг на месторождениях полезных ископаемых.
4. Краткая характеристика физических полей Земли и их параметров.
5. Аномальные физические поля. О решении прямых и обратных задач геофизики.
6. Основные задачи, решаемые геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.
7. Сущность комплексирования геофизических методов.
8. Физические основы гравиметрии. Сила тяжести и гравитационное поле.
9. Основные характеристики гравитационного поля. Единицы измерения и размерность.
10. Гравитационное поле Земли, аномалии и редукции силы тяжести.
11. Виды редукции силы тяжести. Плотность горных пород и общие закономерности изменения плотности в земной коре.
12. Абсолютные и относительные методы измерения силы тяжести.
13. Типы гравиметров и их устройство. Точность измерения.
14. Понятие, разновидности и классификация гравиметрической съемки.
15. Методика съемки и последовательность операций. Опорные и рядовые сети наблюдений. Интерпретация данных гравиметрии. Основные приемы выделения гравитационных аномалий.
16. Решение прямой и обратной задач гравиметрии.
17. Роль гравиметрии в горной геофизике.
18. Комплексирование гравиметрических методов с другими методами геофизики.
19. Физические основы магнитометрии. Силы магнитного взаимодействия.
20. Элементы магнитного поля. Единицы измерения.
21. Параметры магнитных свойств горных пород. Классификация пород по их магнитным свойствам.
22. Магнитное поле Земли. Структура поля. Понятие и классификация магнитных аномалий.
23. Магнитные вариации и учет их при магнитометрических измерениях.
24. Классификация магнитометрических измерений и магнитометрической аппаратуры. Основные типы и устройство магнитометров.
25. Классификация и параметры магнитных съемок. Особенности проведения магнитных измерений в различных горно-технических условиях.
26. Качественная и количественная интерпретация данных магнитных измерений. Методика выделения магнитных аномалий.

27. Решение прямой и обратной задач магнитометрии. Простейшие примеры по решению прямой задачи количественной интерпретации. Задачи, решаемые магнитными методами в практике горной геофизики.
28. Классификация электромагнитных методов в горной геофизике. Электрические свойства горных пород. Геоэлектрический разрез и его параметры.
29. Физические основы метода постоянного тока. Поле точечного источника. Поле двух точечных источников. Четырехэлектродная установка.
30. Кажущееся сопротивление и влияние на него изменений структуры массива.
31. Разновидности электрических установок.
32. Вертикальное электрическое зондирование.
33. Электрическое профилирование. Разновидности ВЭЗ и ЭП. Основные узлы измерительной аппаратуры.
34. Способы измерения разности потенциалов: компенсационный, автокомпенсационный, гальванический, компарационный, прямой. Примеры электрометрической аппаратуры.
35. Классификация методов интерпретации результатов измерений методом сопротивлений.
36. Двухслойные и трехслойные теоретические кривые ВЭЗ.
37. Качественная и количественная интерпретация результатов ВЭЗ.
38. Построение геоэлектрического разреза.
39. Интерпретация данных электрического профилирования. Задачи, решаемые методами сопротивлений.
40. Теоретические основы методов переменного тока.
41. Характеристика электромагнитного поля. Возбуждение переменного поля. Измерение компонент поля.
42. Источники переменного поля. Разновидности методик измерений.
43. Частотное зондирование.
44. Зондирование становлением электромагнитного поля.
45. Индуктивные методы.
46. Радиоволновые методы. Метод радиолокации. Метод радиокип.
47. Особенности проведения измерений и интерпретации их результатов. Аппаратура.
48. Методы естественных электрических полей.
49. Магнитотеллурические методы. Методики проведения измерений. Интерпретация результатов измерений. Задачи, решаемые электромагнитными методами.
50. Классификация методов геоакустики. Частотный диапазон и информационные особенности геоакустических методов.
51. Основные задачи, решаемые сейсмическими методами. Физические основы методов. Типы упругих волн.
52. Упругие волны в различных видах массива горных пород и их характеристики. Понятие сейсмического разреза.
53. Разновидности скоростей, характеризующих сейсмический разрез.
54. Понятие годографа. Виды годографов. Примеры годографов различных волн.
55. Динамический годограф. Методика наземных сейсмических исследований.
56. Профильные и пространственные системы наблюдений и их параметры.
57. Методики исследований в горных выработках.
58. Виды годографов и методики их получения.
59. Метод отраженных волн.
60. Метод преломленных волн.
61. Метод общей глубинной точки.
62. Возбуждение и прием сейсмических волн. Типы возбуждающих систем и их основные характеристики.
63. Сейсмические приемники. Их типы и характеристики. Сейсмическая аппаратура.

64. Методика измерений с использованием малоканальных сейсмических станций. Интерпретация сейсмической информации.
65. Основные принципы корреляции волн.
66. Методики определения эффективной скорости по годографам отраженных и преломленных волн.
67. Построение сейсмических границ в слоисто-однородных средах.
68. Примеры применения сейсмических методов в горной геофизике. Излучение и прием акустических и ультразвуковых колебаний.
69. Акустическое и ультразвуковое прозвучивание и каротаж.
70. Ультразвуковая аппаратура. Интерпретация ультразвуковых измерений.
71. Акустическая эмиссия. Физические причины и источники акустической эмиссии.
72. Методика регистрации акустической эмиссии. Интерпретация результатов измерений.
73. Принципы определения и исследования структурных неоднородностей акустическими и ультразвуковыми методами. Примеры применения акустических и ультразвуковых методов в горной геофизике.
74. Разновидности излучений радиоактивных элементов. Основные характеристики каждого вида радиоактивного излучения. Единицы измерения радиоактивных излучений.
75. Сущность радиометрических методов. Аппаратура для измерения радиоактивности – детекторы излучения.
76. Источники радиоактивности в земной коре. Классификация радиоактивных аномалий.
77. Полевые наблюдения и интерпретация результатов измерений в радиометрии.
78. Особенности измерений гамма-излучения в горных выработках.
79. Задачи, решаемые радиометрическими методами.
80. Взаимодействие гамма-излучения и нейтронного излучения с горной породой. Фотоэффект.
81. Комптоновское рассеяние. Захват тепловых нейтронов.
82. Характеристики взаимодействия для различных пород. Разновидности ядерно-физических методов.
83. Гамма-каротаж.
84. Плотностной (гамма-гамма) каротаж.
85. Нейтронный каротаж.
86. Импульсно-нейтронный каротаж. Методика проведения измерений. Аппаратура контроля. Интерпретация измерений.
87. Тепловые свойства горных пород и массива.
88. Термические методы для изучения естественного температурного поля.
89. Разновидности способов термометрии. Термометрическая аппаратура.
90. Скважинные электротермометры. Тепловизоры.
91. Методика термосъемок. Обработка геотермограмм.
92. Основы интерпретации результатов термоизмерений. Область применения в горной геофизике

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства специализация №1 «Физические процессы горного производства»

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.В.01				
Дисциплина	Горная геофизика				
Курс	3	семестр	5		
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства				
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Бекетова Елена Борисовна, к.т.н., доцент				
кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства					
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	144/4	Кол-во семестров	2	СРС _{общ./тек. сем.м.}	48/48
ЛК _{общ./тек. сем.}	44/44	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	8/8	ЛБ _{общ./тек. сем.}	8/8
Форма контроля					Экзамен

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов; владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-1);
- готовностью изучать влияние свойств разрабатываемых горных пород и параметров воздействующих на них различных физических полей на показатели технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, а также при ведении работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений, совершенствовать существующие и разрабатывать новые ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии добычи и переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений (ПК-15);
- готовностью демонстрировать владение основными методами контроля и мониторинга параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых и обработки полученной информации (ПСК-1.3).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
Не предусмотрен				
Основной блок				
ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	Устный опрос	2	10	В течение семестра
ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	Практическая работа	5	40	В течение семестра
ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	Реферат	2	10	В течение семестра
Всего:			60	
ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	Экзамен		1 вопрос - 20 2 вопрос - 20	По расписанию
Всего:			40	
Итого:			100	
ПК-1, ПК-15, ПСК-1.3	Подготовка опорного конспекта		10	По согласованию с преподавателем
Всего баллов по дополнительному блоку			10	

Шкала оценивая в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.