

Приложение 2 к РПД «Комплексирование геофизических методов»

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) – Геофизика

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.	Направление подготовки	05.03.01 Геология
3.	Направленность (профиль)	Геофизика
4.	Дисциплина (модуль)	Комплексирование геофизических методов
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

2. Перечень компетенций

<ul style="list-style-type: none">• способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-1);• готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-4)..

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. Место геофизической разведки в геологических исследованиях. Физические свойства горных пород. Информационная модель геофизики.	ПК-1, ПК-4	достоинства и недостатки геофизических методов	оценить эффективность геофизических методов при решении конкретной геологической или технической задачи	качественной и количественной оценки информативности геофизических признаков	Практическая работа №1
2. Идея моделирования в разведочной геофизике. Понятие ФГМ. Модели геологических объектов.	ПК-1, ПК-4	особенности и тенденции современного поисково-разведочного процесса; цель и принципы комплексирования геофизических методов	сделать анализ комплексной геофизической информации для решения геологических задач и проектирования геофизических работ	навыками анализа комплексной геолого-геофизической информации и моделирования	Практическая работа №2
3. Необходимость комплексирования методов. Принципы комплексирования. Обоснование и выбор комплекса. Рациональный комплекс	ПК-1, ПК-4	типовой и рациональный геофизические комплексы для решения задач поиска и разведки полезных ископаемых	проводить анализ комплексной геофизической информации для решения геологических задач и проектирования геофизических работ	приемами количественной комплексной интерпретации геофизических данных	Практическая работа №3, реферат
4. Помехи, их классификация, способы борьбы с помехами. Геологическая дисперсия съемки. Общая дисперсия помех	ПК-1, ПК-4	Виды помех и способы борьбы с ними.	оценить количественно и на качественном уровне геологическую и геолого-экономическую информативность методов	приемами количественной комплексной интерпретации геофизических данных	практическая работа №4, реферат
5. Математические модели комплексной интерпретации. Детерминистские модели. Методика согласованной ФГМ.	ПК-1, ПК-4	оценки геологической и экономической эффективности геофизических методов и комплексов	Строить согласованные детерминистские ФГМ	приемами количественной комплексной интерпретации геофизических данных	Практическая работа №5
6. Вероятностно – статистические модели. Корреляционная модель интерпретации.	ПК-1, ПК-4	способы распознавания образов при комплексном анализе геофизических данных	Строить согласованные корреляционные модели интерпретации	приемами количественной комплексной интерпретации	Практическая работа №6

Этап формирования компетенции (разделы,	Формируема я	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированност
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
7. Примеры комплексирования методов при решении геологических задач.	ПК-1, ПК-4	возможности геофизических методов при решении конкретных геологических и технологических задач	сделать анализ комплексной геофизической информации для решения геологических задач и проектирования геофизических работ	геофизических данных способами составления рационального комплекса методов разведочной геофизики для решения конкретной геологической задачи	Практическая работа №7

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Практическая работа

5балла – студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

4балла – студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балл – студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 баллов– студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

4.2. Реферат

Баллы	Характеристики раскрытия темы студентом
9	<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
8	<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
7	<ul style="list-style-type: none">— тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент усвоил 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
6	<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;

	<ul style="list-style-type: none"> — 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. Примеры практических работ

Практическая работа № 7

Комплексная интерпретация результатов электро- и сейсморазведочных работ

Цель работы: 1) освоение и практические навыки комплексной интерпретации материалов ВЭЗ, ВЭЗ-ВП и МПВ; 2) построение геолого-геофизического разреза с определением глубины залегания УГВ и мощности капиллярного поднятия.

Исходные данные и условия решения задачи: Геологический разрез покровных отложений по априорным данным представлен грунтовой толщей терригенных осадков. Для детализации разреза проведены геофизические исследования: вдоль рекогносцировочного профиля выполнено сейсмическое профилирование МПВ и электроразведание ВЭЗ и ВЭЗ-ВП. Результаты наблюдений приведены в табл. 1, 2 (Приложение).

Требуется: Проинтерпретировать данные геофизических наблюдений, построить разрез, определить глубину залегания УГВ и мощность капиллярного поднятия.

Порядок проведения работы

1. Изучение основ комплексной интерпретации результатов электро- и сейсморазведки.
2. Построение кривых электроразведания и сейсмопрофилирования и проведение количественной интерпретации кривых ВЭЗ, ВЭЗ-ВП и годографов рефрагированных волн.
3. Комплексный анализ геофизических материалов, построение геолого-геофизического разреза с определением глубины залегания УГВ и мощности капиллярного поднятия.
4. Формулирование выводов, составление отчёта.

Пояснения к работе

При расчленении горизонтально-слоистых сред с градиентными изменениями физических свойств обычно применяется комплекс геофизических методов. Зона аэрации и капиллярного поднятия рассматривается как градиентная среда, в которой скорости распространения упругих колебаний зависят от изменения влажности пород с глубиной. Поэтому для определения мощности капиллярного поднятия используется сейсморазведка методом преломлённых волн (МПВ) и электроразведка методами электроразведания ВЭЗ и ВЭЗ-ВП.

Из теории и практики геофизических работ известно, что при работах МПВ глубина до уровня грунтовых вод (УГВ) в каждом из пунктов возбуждения (ПВ) оценивается по наклону годографа продольной преломлённой волны (t_2). Сейсмометрические наблюдения МПВ проводятся по системе одиночных годографов из ПВ на пикетах (ПК) 0; 50; 100; 140 м. На каждом ПВ сейсмоприемниками, расположенными вдоль профиля, регистрируются приходящие в первых вступлениях прямая рефрагированная t_1 и продольная преломленная t_2 волны. Скорость V_2 для одиночных годографов равна кажущейся скорости преломленной волны V_k и оценивается по наклону годографа t_2 . Средняя скорость до преломляющей границы в градиентных средах, т.е. при наличии

прямой рефрагированной волны, называется эффективной скоростью $V_{\text{ср.эф}}$ и определяется по наклону начальной части годографа рефрагированной волны (рис. 1). В качестве расчетной величины t_0 используют некоторую эффективную величину $t_{0\text{эф}}$ (см. рис. 1).

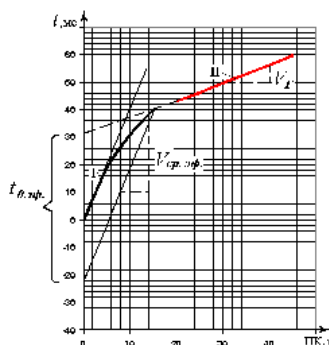


Рис. 1. Годографы рефрагированной (I) и преломлённой (II) волн

Расчет глубины залегания УГВ выполняется по формуле:

$$H_{\text{УГВ}} = V_{\text{ср.эф}} \cdot t_{0\text{эф}} / 2 \sqrt{1 - (V_{\text{ср.эф}} / V_{\Gamma})^2}$$

При электроразведочных работах следует знать, что поляризуемость ионопроводящих пород зависит от влажности, степени минерализации внутрипоровой влаги, пористости, температуры и других факторов. В зоне капиллярного поднятия поляризуемость выше, чем в зоне полного водонасыщения. В связи с этим метод ВЭЗ-ВП позволяет определять верхнюю кромку капиллярного поднятия. Для этого в точках ВЭЗ-ВП полуразнос $AB/2$, при котором получено максимальное значение поляризуемости (η_k), надо умножить на коэффициент $K=0,7$.

Дополнительные сведения об изучении неоднороднослоистых сред в сейсморазведке

При изучении верхней части разреза наблюдаются случаи непрерывного изменения скоростей упругих волн (увеличение скорости с глубиной в зоне выветривания, в неконсолидированных терригенных отложениях, в толще снега и др.). Такого рода среды называются непрерывными, или градиентными, поскольку особенности распространения упругих волн в них определяются величиной и направлением градиента скорости. Последний направлен по нормали к изолиниям равных скоростей (изотаксам). Сейсмические волны, распространяющиеся в градиентных средах, относятся к классу рефрагированных (продольных или поперечных). Для них характерна криволинейная форма лучей.

Практически важными являются случаи залегания градиентной среды под однородным слоем, когда в результате проникновения в нижнюю среду возникают преломленно-рефрагированные волны. Вблизи начальной точки годографы головной и преломленно-рефрагированной волн совпадают. При увеличении расстояния от ПВ для преломленно-рефрагированных волн наблюдается закономерное уменьшение разности времен Δt_n по нагоняющим годографам. Для преломленно-рефрагированных волн отмечается также большая интенсивность и меньшее затухание с расстоянием, чем для головных. Эти признаки выражены тем больше, чем выше градиент в подстилающей среде, поскольку функция расхождения рефрагированных волн обратно пропорциональна градиенту скорости в степени 0,5.

Распознавание границы полного водонасыщения (ГПВ) может достаточно уверенно производиться по общему характеру наблюдаемой волновой картины:

1. в случае горизонтальной поверхности наблюдений годографы продольной волны t_{pl} , преломленной на ГПВ, имеют форму, близкую к прямолинейной; кажущиеся скорости, определенные по встречным годографам, близки между собой; нагоняющие годографы практически параллельны нагоняемым (практическое отсутствие эффекта проницания);

2. при размещении ГПВ в нескальных породах граничная скорость V_2 волны t_{pl} изменяется в сравнительно узких пределах: примерно от 1450 м/с при залегании ГПВ на глубине первых метров в песчано-глинистых породах до 2500—2700 м/с при залегании ГПВ в крупнообломочных породах — гравии и галечнике — на глубине десятков метров; при расположении ГПВ в скальных породах величина V_2 может достигать весьма высоких значений.

Охарактеризованные характерные граничные скорости волны t_{pl} , а также сравнительно неширокий диапазон изменения скорости продольных волн в неглубоко залегающих рыхлых породах зоны аэрации позволяют для быстрой оценки глубины залегания ГПВ в рыхлых породах использовать простую приближенную формулу:

$$H_g \approx 0,4X_{me},$$

где X_{me} — точка выхода в первые вступления волны t_{pl} .

Данная формула нередко дает вполне удовлетворительные результаты, однако определение границы полного водонасыщения не всегда удаётся в скальных породах. Следует также отметить, что преломляющая сейсмическая граница для продольных волн, связанная с границами между зонами неполного и полного водонасыщения в естественных условиях, не всегда будет совпадать с уровнем воды, устанавливающимся в скважине в течение не очень длительного промежутка времени. Так, в глинистых породах, обладающих слабой проницаемостью и большой высотой капиллярного поднятия, установившийся уровень обычно располагается заметно ниже границы полного водонасыщения в естественных условиях. С другой стороны, при наличии местного напора уровень воды в скважине устанавливается выше границы полного водонасыщения. Этими причинами и вызывается наблюдающееся иногда несоответствие между данными сейсморазведки и бурения, особенно часто встречающееся при изучении глинистых пород. Очевидно, что это несоответствие связано с чисто физическими причинами и ни в коем случае не может рассматриваться как погрешность сейсмических определений.

По сейсмическим данным непосредственно нельзя установить, с каким типом подземных вод связана выделенная зона полного водонасыщения.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Сущность комплексной интерпретации электро- и сейсморазведочных работ.
3. Основные приёмы решения поставленной задачи. Компьютерная обработка результатов, включая графические построения.
4. Основные результаты и выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Результаты каких модификаций электро- и сейсморазведки использовались при комплексной обработке геофизических данных?
2. Как построить на компьютере кривые электроразведки и сейсмические годографы?
3. Какие характерные гидрогеологические признаки и как можно устанавливать с помощью электро- и сейсморазведки в покровных отложениях?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 – Результаты сейсморазведочных наблюдений методом МПВ

ПК, м	Абс. отм., м	t ₁ , мс	t ₂ , мс	Примечание
0	98,5	0		

ПК, м	Абс. отм., м	t ₁ , мс	t ₂ , мс	Примечание
5	98,5	19		
10	99	31		
15	99	40		
20	99,5		43	
25	100		46	
30	100		50	
35	100		53	
40	100		56	
45	100		60	
50	99,5	0		
55	99	18		
60	99	30		
65	98,5	38		
70	98,5		42	
75	98		46	
80	98		50	
85	98		53	
90	97,5		57	
95	97		61	
100	97,5	0		
105	97,5	22		
110	97	32		
115	97	42		
120	98		45	
125	98		47	
130	98		50	
135	98		53	
140	98		55	
145	99,5		59	
150	99,5	0		

Таблица 2 – Результаты электроразведочных работ методами ВЭЗ и ВЭЗ-ВП

ВЭЗ-1, ПК 0			Примечание
АВ/2, м	ρ_k , Ом*м	η_k , %	
0,4	52	0,6	
0,7	48	0,9	
1	47	1,1	
1,5	44	1,4	
2,2	42	1,7	
3	40	1,8	
4	39	1,7	
5	38	1,6	
7	37	1,4	
10	36	1,2	
15	36	1,1	
22	35	1,1	
ВЭЗ-2, ПК 50			Примечание
АВ/2, м	ρ_k , Ом*м	η_k , %	
0,4	54	0,61	
0,7	49	0,89	
1	48	1,09	
1,5	44	1,35	
2,2	40	1,68	
3	40	1,6	
4	38	1,57	

5	36	1,5	
7	34	1,4	
10	32	1,3	
15	30	1,07	
22	30	1	
ВЭЗ-3, ПК 100			
АВ/2, м	$\rho_k, \text{ Ом*м}$	$\eta_k, \%$	Примечание
0,4	55	0,58	
0,7	52	0,77	
1	49	0,98	
1,5	47	1,32	
2,2	44	1,64	
3	42	1,57	
4	40	1,48	
5	38	1,4	
7	36	1,37	
10	34	1,2	
15	32	1	
22	30	0,9	
ВЭЗ-4, ПК 150			
АВ/2, м	$\rho_k, \text{ Ом*м}$	$\eta_k, \%$	Примечание
0,4	55	0,6	
0,7	51	0,82	
1	48	0,99	
1,5	46	1,24	
2,2	42	1,59	
3	40	1,42	
4	40	1,4	

5.2. Примерные темы рефератов

1. Использование геофизических методов при гидрогеологическом районировании.
2. Использование геофизических методов при гидрогеологическом и инженерно-геологическом картировании.
3. Использование геофизических методов при поисках и разведке пресных подземных вод. Воды в рыхлых терригенных отложениях.
4. Трещинные грунтовые и трещинно-карстовые воды. Воды зон тектонических нарушений.
5. Принципы комплексирования геофизических методов при поисках и разведке рудных полезных ископаемых: черных металлов, цветных металлов, благородных металлов.
6. Основные комплексы при поисках угля, нерудных месторождений полезных ископаемых: индустриального, химического и агрохимического сырья.
7. Принципы изучения месторождений строительного минерального сырья геофизическими методами.
8. Методы региональной геофизики: региональные, структурные (среднемасштабные), картировочно-поисковые (крупномасштабные).
9. Выявление геофизическими исследованиями основных геоструктур земной коры.
10. Комплексная обработка при качественной интерпретации: районирование территории по комплексу данных, выделение местоположений аномалий и аномальных участков.
11. Признаки полей (первичные и вторичные признаки). Использование дискриминантного анализа при разделении объектов.

12. Комплексная обработка при количественной интерпретации. Совместное решение обратных задач для нескольких геофизических полей.

5.3. Вопросы к зачету

1. Сущность предмета "Комплексирование геофизических методов при инженерно-экологических изысканиях".
2. Основная цель и достоинства геофизических методов при решении геологических и геоэкологических задач.
3. Иерархическая система комплекса геологоразведочных и геоэкологических исследований.
4. Стадийность геологоразведочных работ.
5. Классификационная схема разделов прикладной геофизики (по направлениям геологоразведочных работ, видам исследований, используемым методам).
6. Обобщённая схема составления комплексов геофизических методов.
7. Разновидности геофизических методов. Физические свойства пород на уровне твердой, жидкой и газообразной фаз, кристаллических и осадочных пород.
8. Основные понятия о физико-геологических моделях (ФГМ).
9. Анализ разрешающей способности геофизических методов.
10. Типовые комплексы геофизических методов.
11. Рациональные комплексы геофизических методов.
12. Оптимальные комплексы геофизических методов.
13. Необходимые и достаточные условия успешной применимости геофизических методов.
14. Использование статистических методов выделения полезных сигналов на фоне помех при комплексной интерпретации геофизических наблюдений.
15. Структура комплекса экогеофизических наблюдений.
16. Физико-геологическое моделирование, как основа при выборе типовых, рациональных и оптимальных комплексов геофизических методов.
17. Формирование физико-геологических моделей (ФГМ) и их классификация.
18. Характеристика фаз при формировании физико-геологических моделей (ФГМ).
19. Типы физико-геологических моделей (ФГМ).
20. Математические способы фильтрации при обнаружении слабых аномалий.
21. Способы пространственной геофизической фильтрации при картировании целевых объектов.
22. Петрофизические модели и петрофизическое моделирование.
23. Помехи геологического и негеологического происхождения, их ослабление при комплексной интерпретации.
24. Понятия о неоднозначности решения обратных задач в геофизике.
25. Качественная неоднозначность при решении обратных задач в геофизике.
26. Количественная неоднозначность при решении обратных задач в геофизике.
27. Примеры возможных неоднозначных решений обратных задач в геофизике.
28. Сущность теоретической эквивалентности при решении обратных задач в геофизике.
29. Сущность практической эквивалентности при решении обратных задач в геофизике.
30. Примеры сужения неоднозначности при решении обратных задач в геофизике.
31. Основные приёмы комплексной интерпретации геофизических данных.
32. Комплексирование геофизических методов при решении экологических задач.
33. Комплексирование геофизических методов при решении инженерно-геологических задач.
34. Комплексирование геофизических методов при решении гидрогеологических задач.
35. Комплексирование геофизических методов при решении археологических задач.

36. Комплексирование геофизических методов при решении мелиоративных задач.
37. Комплексирование геофизических методов при решении углеразведочных задач.
38. Комплексирование геофизических методов при решении задач на рудных месторождениях.
39. Комплексирование геофизических методов при решении нефтегазоразведочных задач.
40. Комплексирование геофизических методов при решении задач поисков и разведки строительных материалов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
05.03.01 Геология
направленность (профиль) «Геофизика»

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.В.ДВ.06.01		
Дисциплина	Комплексирование геофизических методов		
Курс	4	семестр	8
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства		
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Шевцов А.Н., канд.физ.-мат.наук, доцент		
кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства			
Общ. трудоемкость, час/ЗЕТ	108/3	Кол-во семестров	1
Форма контроля			зачет
ЛК _{общ./тек. сем.}	24/24	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	24/24
ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-	ЊЃЊ	iaii./oae. niai.
			60/60

Επίδομα έρευνας, οδιδεδομένα ή δεξομενα μαθημα αφομεμετα:

- способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-1);
- готовностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-4).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок				
	Не предусмотрен			
Основной блок				
ПК-1; ПК-4	Практическая работа	7	35	В течение семестра
ПК-1; ПК-4	Работа на практических занятиях	7	7	В течение семестра
ПК-1; ПК-4	Реферат	2	18	В течение семестра
		Всего:	60	
ПК-1; ПК-4	Зачет	Вопрос 1	20	В сроки сессии
		Вопрос 2	20	В сроки сессии
		Всего:	40	
		Итого:	100	
Αποτελεσματα αξιμ				
ПК-1; ПК-4	Составление глоссария		10	По согласованию с преподавателем
		Всего	10	

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