

**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)	Электроразведка
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2020

2. Перечень компетенций

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 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. Место электроразведки в ряду других геофизических методов исследования земных недр.	ПК-4	Историю и пути развития электроразведки в России и за рубежом	Грамотно определять назначение разных методов электроразведки при изучении земных недр	Базовыми понятиями о физических основах методов комплекса геофизических методов	Тест
2. Электромагнитные свойства горных пород. (удельное электрическое сопротивление, магнитная проницаемость, диэлектрическая проницаемость)	ПК-4	Физический смысл и теоретические основы понятий об электропроводности, магнитной и диэлектрической проницаемости	Рассчитывать влияние электромагнитных свойств на результаты практических наблюдений в электроразведке	Фундаментальными понятиями о геоэлектрическом разрезе	Реферат
3. Теоретические основы методов электроразведки, используемых для поисков месторождений полезных ископаемых.	ПК-4	Законы электромагнетизма, используемые в электроразведке, и историю их открытия	Выводить телеграфные уравнения из системы уравнений Максвелла	Классификацией методов электроразведки	Тест
4. Теория электроразведки на постоянном токе на дневной поверхности и в скважинах. Геометрические коэффициенты. Понятие о глубинности	ПК-4	Уравнения Лапласа и Пуассона. Понятия о типах установок в электроразведке постоянным током и об их глубинности.	Рассчитывать геометрические коэффициенты установок на постоянном токе на дневной поверхности и в скважине	Понятиями о поле точечного источника постоянного тока на поверхности однородного и анизотропного полупространств.	Лабораторная работа
5. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и его модификации. Одномерная горизонтально-слоистая модель среды. Теория обработки и интерпретации результатов ВЭЗ.	ПК-4	Историю открытия метода ВЭЗ и область его применения. Основные приемы решения прямой задачи ВЭЗ на поверхности одномерного слоистого полупространства	Рассчитывать поле точечного источника на поверхности двухслойной среды методом отражений. Проводить измерения сигналов в методе ВЭЗ и их обрабатывать.	Основными приемами обработки ВЭЗ и основными приемами экспресс-интерпретации	Лабораторная работа
6. Двухмерные разрезы. Теория электроразведки над двухмерными разрезами. Установки электрического профилирования.	ПК-4	Основные типы двухмерных разрезов и теорию их учета в электроразведке.	Рассчитывать параметры установок профилирования в разных геоэлектрических разрезах.	Основными приемами совместного использования установок зондирования и профилирования.	Тест

Этап формирования компетенции (разделы, темы)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
7. Трехмерные модели разреза. Поле заряженного шара. Метод заряда и его модификации.	ПК-4	Теоретические основы расчета поля постоянного тока над простейшими типами трехмерных разрезов.	Рассчитывать поле заряженного шара и поле точечного источника в присутствии шара.	Теорией обработки и интерпретации данных в методе заряда	Реферат
8. Поляризация горных пород; принципы расчета полей поляризованных тел.	ПК-4	Электрохимическую природу поляризации горных пород	Рассчитывать поле поляризованной сферы и объемно поляризованных объектов.	Понятиями о естественной и вызванной поляризации горных пород	Тест
9. Метод, естественного электрического поля (ЕП). Градиентная и потенциальная съемки.	ПК-4	Теорию возникновения естественного поля над рудной залежью	Различать естественные поля рудного и фильтрационного типов в разных геоэлектрических ситуациях	Методикой полевых работ и способами обработки и количественной и качественной интерпретации результатов.	Лабораторная работа
10. Метод вызванной поляризации. Амплитудная и частотно-фазовая схемы наблюдений.	ПК-4	Основные приемы работ в методе вызванной поляризации.	Рассчитывать параметры генераторных и измерительных узлов в методе ВП	Базовыми понятиями о теории ВП во временном и фазово-частотном представлениях	Лабораторная работа
11. Физико-математические основы применения переменных электромагнитных полей в геоэлектрике	ПК-4	Физические и теоретические основы возникновения вариаций переменного электромагнитного поля в Земле	Рассчитывать поле плоской электромагнитной волны на поверхности однородного полупространства на основе уравнений Максвелла и Гельмгольца.	Базовыми представлениями о глубине проникновения МТ-поля, фазовой скорости и о волновом числе.	Реферат
12. Теория и практика применения методов АМТЗ-МТЗ. Одномерная прямая задача МТЗ.	ПК-4	Историю появления метода магнитотеллурического зондирования. Методику, теорию и аппаратуру методов МТЗ и АМТЗ.	Рассчитывать необходимый частотный диапазон для решения практических задач геологического картирования методами МТЗ и АМТЗ	Познаниями об особенностях отечественной и зарубежной аппаратуры МТЗ-АМТЗ.	Тест
13. Решение прямой задачи МТЗ над двухмерными разрезами	ПК-4	Типы двухмерных разрезов и особенности МТ- полей над ними	Рассчитывать МТ-поле над 2D разрезами путем разделения поля на Н- и Е-поляризованные моды.	Практическими приемами интерпретации МТЗ над двухмерными разрезами	Лабораторная работа
14. Методы экспресс-интерпретации результатов АМТ-МТ зондирования. Асимптотический анализ. Дифференциальные трансформации.	ПК-4	Основные приемы экспресс-интерпретации результатов МТЗ-АМТЗ	Рассчитывать S- и Н-асимптотики, строить псевдо-разрезы, Решать обратную задачу \МТЗ, пользуясь приемами дифференциальной и алгебраической	Знаниями об основных типах кривых МТЗ-АМТЗ и способах построения геоэлектрических разрезов.	Реферат

Этап формирования компетенции (разделы, темы)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
15. Основные типы источников. Методика и техника наземной и аэроэлектроразведки в искусственных полях (ЧЗ, ЗС, МПП).	ПК-4	Приемы электроразведки переменным током с применением источников в виде электрического диполя и магнитной петли. Основные приемы аэроэлектроразведки	трансформации Рассчитывать геометрические коэффициенты установок для работы с электрическими линиями и магнитными петлями.	Базовыми понятиями о дальней, ближней и промежуточной зонах при работе с искусственными источниками. Знаниями об областях применения аэроэлектроразведки	Реферат
16. Введение в теорию частотных зондирований в поле гармонических сигналов (ЧЗ). Методы первичной обработки и интерпретации.	ПК-4	Базовые идеи современных методов решения прямых задач ЧЗ. Общие и разные черты теории ЧЗ и АМТЗ.	Обрабатывать и интерпретировать данные ЧЗ в условиях волновой зоны, строить кривые кажущегося сопротивления и решать обратную задачу, пользуясь методами эспресс-анализа из теории АМТЗ.	Знаниями об области применения метода ЧЗ при изучении строения земной коры и при структурно-картировочных работах	Лабораторная работа
17. Введение в теорию электроразведки с применением нестационарных (прямоугольных) сигналов. Методы зондирования становлением поля (ЗС) и профилирования методом переходных процессов (МПП).	ПК-4	Физико-математические идеи, лежащие в основе методов электроразведки на основе нестационарных (прямоугольных) сигналов. Теорию обработки данных и форму представления результатов наблюдений в методах ЗС и МПП.	Обрабатывать результаты наблюдений, строить интерпретационные графики (становления, кажущегося сопротивления) в методе зондирования становлением поля (ЗС) и в методе переходных процессов (МПП).	Знаниями о круге задач, решаемых методами ЗС и МПП в области структурной и поисковой геологии.	Лабораторная работа

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Тест

Процент правильных ответов	До 60	60-80	81-100
Количество баллов	0	1	2

4.2. Лабораторная работа

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

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

4.3. Реферат

Баллы	Характеристики раскрытия темы студентом
3	<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
2	<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
1	<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
0	<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. Примеры тестов

1. В электроразведке на постоянном токе в поле измеряют

1. удельное электрическое сопротивление
2. силу тока и разность потенциалов
3. сопротивление прибора.

2. В электроразведке используют

1. закон Ома,
2. закон Гука,
3. закон Ньютона.

3. Электроразведка основана

1. на неоднородности геологической среды по плотности,
2. на неоднородности геологической среды по электрическому сопротивлению
3. на факте изменчивости мощности геологических слоев,

4. ВЭЗ – это

1. время эксплуатации зонда,
2. вертикальное электрическое зондирование,
3. вертикальная эквипотенциальная зона

5. ТТ – это

1. теллурические токи,
2. теллурические трогги,
3. теллурические трассы

6. Какие типы полей изучают в электроразведке?

1. Нормальное и аномальное.
2. Естественные и искусственные постоянные и переменные электромагнитные поля.
3. Гармоническое, неустановившееся и магнитотеллурическое.

7. На какие группы разделяются горные породы по электрическим свойствам?

1. На электропроводящие и не проводящие электрический ток.
2. На кристаллические (магматические и метаморфические) и осадочные (терригенные и хемогенные).
3. На проводники, полупроводники и диэлектрики.
4. На содержащие и не содержащие поровую влагу.

8. Что понимается под количественной интерпретацией результатов электромагнитного зондирования?

1. Определение местоположения слоев в геологическом разрезе.
2. Определение толщин (мощностей) и удельных электрических сопротивлений пластов в точке зондирования.
3. Построение геоэлектрического разреза.
4. Изучение геологического разреза на глубину.

9. Какие вы знаете модификации в электроразведке?

1. Электромагнитное профилирование и электромагнитное зондирование.
2. Методы на постоянном и на переменном токе.
3. С гальваническим, индуктивным и смешанным возбуждением и приемом составляющих электромагнитного поля.

10. Какие задачи можно решать магнитотеллурическими методами?

1. Прямые и обратные.
2. Изучение археологических объектов.
3. Геоструктурные при поисках и разведке нефтяных и газовых месторождений, изучения рельефа кристаллического фундамента, границ раздела в земной коре.
4. Выявление и картирование приповерхностных неоднородностей.

Ключ правильных ответов: 1(2); 2(1); 3(2); 4(2); 5(1); 6(2); 7(3); 8(2) 9(1) 10(3).

5.2. Примеры лабораторных работ

Лабораторная работа № 4

Интерпретация результатов электроразведочных работ на постоянном токе.

Цель работы: 1) освоение и практические навыки интерпретации материалов ВЭЗ, ВЭЗ-ВП;

Исходные данные и условия решения задачи: Геологический разрез покровных отложений по априорным данным представлен грунтовой толщей терригенных осадков. Для детализации разреза проведены геофизические исследования: электроразведка ВЭЗ и ВЭЗ-ВП. Результаты наблюдений приведены в табл. 1 (Приложение).

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

Порядок проведения работы

1. Изучение основ интерпретации результатов электроразведки.
1. Построение кривых электроразведки и проведение количественной интерпретации кривых ВЭЗ, ВЭЗ-ВП.
2. Анализ геофизических материалов, построение геолого-геофизического разреза с определением глубины залегания УГВ и мощности капиллярного поднятия.
3. 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 удельное сопротивление зависит от изменения влажности пород с глубиной. Поэтому для определения мощности капиллярного поднятия используется электроразведка методами электроразведки ВЭЗ и ВЭЗ-ВП.

При электроразведочных работах следует знать, что поляризуемость ионопроводящих пород зависит от влажности, степени минерализации внутриспоровой 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 $K = 0,7$.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Сущность интерпретации электроразведочных 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 электроразведки использовались при обработке геофизических данных?
2. Как построить на компьютере кривые электроразведки?
3. Какие характерные гидрогеологические признаки и как можно устанавливать с помощью электроразведки в покровных отложениях?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Результаты электроразведочных работ методами ВЭЗ и ВЭЗ-ВП

ВЭЗ-1, ПК 0				
AB/2,				
м	ρ_k , Ом*м	η_k , %	Примечание	

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

AB/2, м	ρ_k , Ом*м	η_k , %	Примечание
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

AB/2, м	ρ_k , Ом*м	η_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

AB/2, м	ρ_k , Ом*м	η_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	38	1,32	
7	37	1,3	
10	35	1,2	
15	32	1	

5.3. Темы рефератов

1. Физико-геологические основы методов электроразведки постоянным током
2. Электроразведка методом естественного поля
3. Метод заряженного тела
4. Дипольное частотное зондирование
5. Количественная интерпретация кривых ВЭЗ
6. Электроразведка при решении задач орошения
7. Поиски пресной воды методами электроразведки постоянным током
8. Возможности электроразведки МПП при поисках рудных месторождений.
9. Электроразведочные установки. Расчет параметров электроразведочных установок.
10. Различные модификации методов сопротивлений.
11. Интерпретация результатов электрического профилирования.
12. Прямая задача и типы кривых МТЗ.
13. Зондирование становлением электромагнитного поля: сущность метода, решаемые задачи.
14. Электромагнитные свойства горных пород при обычных и высоких термодинамических параметрах.

5.4. Вопросы к экзамену

1. Понятие электроразведки. Причины многообразия методов электроразведки.
2. Принципы классификации методов электроразведки. Решаемые геологические и инженерно-геологические задачи.
3. Электрическая модель горной породы.
2. Электромагнитные свойства горных пород.
3. Электрические свойства слоистых сред.
4. Понятие геоэлектрического разреза. Типы разрезов.
5. Аппаратура и оборудование для электроразведки.
6. Способы измерения разности потенциалов в земле.
7. Параметры рабочих линий.
8. Типы установок используемых в электроразведке.
9. Поле точечного источника тока в однородной среде. Сопротивление заземления электрода.
10. Электрическое поле двух разнополярных источников тока, заземленных на поверхности полупространства.
11. Понятие коэффициента установки, ρ_k , принцип взаимности.
12. Поле точечного источника тока в анизотропной среде. Парадокс анизотропии.
13. Поле точечного источника на поверхности горизонтально-слоистой среды.
14. Методы электропрофилирования.
15. Методы ВЭЗ, ДЭЗ.
16. Метод заряженного тела и его модификации.
17. Метод ЕП.
18. Причины возникновения естественных электрохимических электрических полей.
19. Метод вызванной поляризации. Методика работ на постоянном токе.
20. Эффекты ВП на переменном токе.
21. Физико-математические основы методов переменных электромагнитных полей. Волновое уравнение, волновое число, параметр поля ρ .
22. В чем заключаются главные физические основы разделения вариаций переменного естественного электромагнитного поля Земли на геомагнитные, магнитотеллурические и аудиоманнитотеллурические?

23. В чем заключаются главные открытия академика А.Н. Тихонова и Луи Каньяра при обосновании метода магнитотеллурического зондирования?
24. Почему в магнитотеллурике рассматриваются только диффузионные процессы распространения поля?
25. Чем отличаются между собой понятия о глубинности в методах МТЗ и в методе ВЭЗ?
26. Чем отличаются выражения, используемые в методе МТЗ для вычисления кажущегося сопротивления в практических единицах и в системе СИ.
27. Сущность принципа рекуррентных преобразований при решении прямой задачи МТЗ?
28. В чем отличие E и H - поляризованного поля на модели двумерной среды?
29. Сущность экспресс-анализа кривых МТЗ по асимптотикам.
30. Сущность дифференциальной трансформации кривых МТЗ.
31. В чем отличие методов трансформации от методов решения обратной задачи?
32. Чем отличаются приемы экспресс-анализа в методах МТЗ и ВЭЗ?

5.5. Задачи к экзамену

1. Имеется вертикально слоистая среда, состоящая из бесконечной последовательности ритмичной пачки слоев

№	Мощность, м	УЭС, Ом·м	S_i	T_i	Продоль	Попер
1	1	5	0.2	5		
2	15	20	0.75	300		
3	3	3	1	9		
4	5	50	0.1	250		
5	8	8	1	64		
6	10	20	0.5	200		
	42	Аниз=1.29	3.55	828	11.83	19.7

Определить:

- Продольное и поперечное удельное сопротивление
- Потенциал точечного источника тока по простиранию (вдоль оси Y) и поперек (вдоль оси X) на удалении 100 м при силе тока 250 мА.

$$U = \frac{I \cdot \rho_l \cdot \sqrt{\rho_n}}{2\pi \cdot \sqrt{\rho_n \cdot x^2 + \rho_l \cdot y^2}}$$

$$U_{\text{прод}} = 0.75 \text{ мВ}$$

$$U_{\text{попер}} = 0.58 \text{ мВ}$$

Определить:

- Продольное и поперечное удельное сопротивление
Напряженность поля точечного источника тока по простиранию (вдоль оси Y) и поперек (вдоль оси X) на удалении 100 м при силе тока 250 мА.

$$E_x = \frac{I \cdot \rho_l}{2\pi \cdot x^2} = 47 \text{ мВ / км}$$

$$E_y = \frac{I \cdot \sqrt{\rho_l \cdot \rho_n}}{2\pi \cdot y^2} = 61 \text{ мВ / км}$$

- На контакте двух изотропных сред с сопротивлением 10 и 30 Ом·м преломляется ток. Полный вектор плотности тока \mathbf{j} со стороны среды с сопротивлением 10 Ом·м составляет 20 мА/м^2 и направлен под углом 60° от нормали к границе раздела. Какова напряженность поля \mathbf{E} , нормальная к границе раздела в первой и во второй средах.

- На контакте двух изотропных сред с сопротивлением 150 и 40 Ом преломляется силовая линия электрического поля. Полный вектор напряженности электрического поля \mathbf{E} в среде с сопротивлением 10 Ом составляет 50 мВ/м и направлен под углом 45°

относительно нормали к границе раздела. Какова плотность тока \mathbf{j}_n в первой и во второй средах.

4. Найти размерность μ_0 , пользуясь выражением

$$\frac{dF}{dl} = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi r}$$

5. Вывести выражение для сопротивления полусферического заземлителя, пользуясь уравнением Пуассона и законом Ома в дифференциальной форме.

6. Вывести уравнение непрерывности и закон полного тока из 1 и 4-го уравнений Максвелла

7. Вывести закон Кулона из теоремы Гаусса.

8. Определить э.д.с., регистрируемую на приемной линии MN длиной 500 м для параллельной дипольной установки на постоянном токе при $\Theta = 60^\circ$ $r = 10$ км над средой с $\rho = 10$ Ом.м, ток в источнике $I = 1$ А. Длина питающего диполя $L = 2$ км.

9. Определить геометрический коэффициент параллельной дипольной установки на постоянном токе для $r = 20$ км, $LAB = 1$ км, $LMN = 0.1$ км, $\Theta = 20^\circ$.

10. Используя граничные условия, определить напряженность поля в двух средах, с удельным сопротивлением 40 и 130 Ом.м, разделенных между собой плоской границей раздела. Полный вектор плотности тока со стороны среды с сопротивлением 40 Ом.м составляет 60 мА/м² и направлен под углом 30° относительно нормали к границе раздела сред.

11. Определить э.д.с., регистрируемую на приемной линии MN длиной 500 м для радиальной дипольной установки на постоянном токе при $\Theta = 60^\circ$ $r = 10$ км, $\rho = 10$ Ом.м, $I = 1$ А. Длина питающего диполя $L = 2$ км.

12. Определить геометрический коэффициент азимутальной дипольной установки на постоянном токе для $r = 20$ км, $LAB = 1$ км, $LMN = 0.1$ км, $\Theta = 20^\circ$.

13. Доказать, что выражение потенциала вида $U = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$ является решением уравнения Лапласа в декартовой системе координат.

14. Доказать, что выражение потенциала вида $U = \frac{1}{\sqrt{r^2 + z^2}}$ является решением уравнения Лапласа в осесимметричной цилиндрической системе координат.

15. Доказать, что выражение потенциала вида $U = \frac{1}{r}$ является решением уравнения Лапласа в симметричной сферической системе координат.

16. Две среды с сопротивлением 50 и 10 Ом.м разделены между собой вертикальным контактом. Точечный источник постоянного тока силой 5 А расположен на дневной поверхности в среде с сопротивлением 50 Ом.м на расстоянии 100 м от контакта. Определить напряженность электрического поля во второй среде на удалении 75 м от линии контакта по нормали к ней.

17. Две среды с сопротивлением 150 и 30 Ом.м разделены между собой вертикальным контактом. Точечный источник постоянного тока силой 5 А расположен на дневной поверхности в среде с сопротивлением 150 Ом.м на расстоянии 100 м от контакта. Определить напряженность электрического поля в первой среде на удалении 30 м от линии контакта по нормали к ней.

18. Определить сопротивление заземлителя из двух латунных шпилек, разнесенных между собой на расстояние много большее их длины. Шпильки погружены в среду с сопротивлением 100 Ом.м на глубину 50 см и имеют диаметр 2 см.

19. Имеется трехслойный разрез

Номер слоя	Уд. Сопрот, Ом.м	Мощность, м
------------	------------------	-------------

1	10	20
2	100	50
3	20	100

Определить его суммарную продольную проводимость S и поперечное сопротивление T . Определить коэффициент анизотропии λ . Определить среднее поперечное сопротивление ρ_n и среднее продольное сопротивление ρ_l .

20. Определить геометрический коэффициент дипольно-осевой установки со следующими параметрами $AB=50$ м $MN=100$ м Расстояние между центрами $OO'=250$ м.

21. Имеется трехслойный разрез

Номер слоя	Уд. Сопрот, Ом	Мощность, м
1	10	80
2	100	150
3	20	100

Определить среднее поперечное сопротивление ρ_n и среднее продольное сопротивление ρ_l

22. Определить э.д.с., регистрируемую на приемной линии MN длиной 500 м для параллельной дипольной установки на постоянном токе при $\Theta = 60^\circ$ $r = 10$ км над средой с $\rho = 10$ Ом, ток в источнике $I = 5$ А. Длина питающего диполя $L=4$ км.

23. Определить геометрический коэффициент параллельной дипольной установки на постоянном токе для $r = 20$ км, $L_{AB} = 2$ км, $MN = 150$ м, $\Theta = 20^\circ$.

24. Используя граничные условия, определить напряженность поля в двух средах, с удельным сопротивлением 40 и 130 Ом.м, разделенных между собой плоской границей раздела. Полный вектор плотности тока со стороны среды с сопротивлением 40 Ом.м составляет 160 мА/м² и направлен под углом 30° относительно нормали к границе раздела сред.

25. Определить э.д.с. на приемной линии MN длиной 300 м для радиальной дипольной установки на постоянном токе при $\Theta = 60^\circ$ $r = 10$ км, $\rho = 10$ Ом, $I = 15$ А. Длина питающего диполя $L=3$ км.

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

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.В.13	
Дисциплина		Электроразведка	
Курс	3	семестр	6
Кафедра		горного дела, наук о Земле и природообустройства	
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Жамалетдинов Абдулхай Азымович, д-р. гехн.-мат.наук, профессор Шевцов Александр Николаевич, канд.физ.-мат.наук, доцент	
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	180/5	Кол-во семестров	1
Форма контроля		Экзамен	
ЛК общ./тек. сем.	32/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	-/-
ЛБ _{общ./тек. сем.}	32/32	СРС _{общ./тек. сем.}	80/80

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- 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).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>				
Не предусмотрен				
<i>Основной блок</i>				
ПК-4	Тест	5	10	В течение семестра
ПК-4	Лабораторная работа	7	35	В течение семестра
ПК-4	Реферат	5	15	В течение семестра
Всего:			60	
ПК-4	Экзамен		1 вопрос - 20 2 вопрос - 20	По расписанию
Всего:			40	
Итого:			100	
<i>Дополнительный блок</i>				
ПК-4	Подготовка опорного конспекта		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.