



## Методы геофизических исследований рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**

Учебный план b030302-ЦифрТех-19-1.plx  
03.03.02 ФИЗИКА  
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 48

самостоятельная работа 33

часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
В том числе инт.	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	33	33	33	33
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент Манина Елена Анатольевна



Рабочая программа дисциплины

**Методы геофизических исследований**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 17 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников Андрей Владимирович



Председатель УМС к.т.н., доцент Тарасов Д.В.  
07 06 2019 г. 106/19



<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины «Методы геофизических исследований» является подготовка специалиста для производственно-технологической, проектной, научно-исследовательской, организационно-управленческой деятельности при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, нефти и газа.
1.2	Решаемые задачи:
1.3	– овладение студентами понятиями и представлениями геофизики, ее основными законами;
1.4	– изучение исходных сведений о наиболее широко применяющихся при геологоразведочных работах геофизических разведках и методах их реализации;
1.5	– знакомство с основами обработки и интерпретации полевых геофизических данных;
1.6	– изучение возможностей комплексирования полевых геофизических методов при решении поисково-разведочных работ;
1.7	– освоение студентами экспериментального метода научного познания.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Численные методы и математическое моделирование
2.1.2	Физические основы разработки месторождений нефти
2.1.3	Петрофизика
2.1.4	Общая и нефтепромысловая геология
2.1.5	Механика сплошных сред
2.1.6	Геодезия
2.1.7	Физика Земли
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Взрывное дело
2.2.2	Датчики физических полей
2.2.3	Инженерная геология
2.2.4	Подземная гидродинамика
2.2.5	Интерпретация геофизических данных
2.2.6	Сейсмические и акустические методы исследования
2.2.7	Геодинамика и математическое моделирование
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</b>	
<b>ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию</b>	
<b>ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</b>	
<b>ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</b>	
<b>ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</b>	
<b>ПК-3: готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</b>	
<b>ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</b>	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные понятия, законы, закономерности курса «Методы геофизических исследований»; поля, изучаемые различными видами разведок, их физические характеристики; осознавать взаимосвязь между различными разделами курса, а также взаимосвязь с курсами общей и теоретической физики; границы применимости теоретических моделей для описания физических и технологических процессов; методы измерений и визуализации параметров эксперимента; способы представления результатов измерений и их правильной интерпретации; методы оценки погрешностей измерений и способы учета систематических и методических погрешностей в различных видах разведок; сущность метода комплексирования при проведении различных разведок
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	обосновывать полученные научные знания; понимать, использовать, формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний; выбирать и использовать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Методами теоретического анализа, позволяющего решать задачи в изучаемой предметной области; способностью применять на практике полученные теоретические знания; навыками практического использования методов измерений; навыками работы на оборудовании, проведения экспериментов и расчетов; навыками представления результатов исследования

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Гравиразведка</b>						
1.1	Нормальное гравитационное поле Земли. Аномалии и редукции силы тяжести. Плотность горных пород /Лек/	6	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
1.2	Выбор характера, масштаба, вида съемки и системы наблюдений. Система обхода точек наблюдений /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
1.3	Решение прямой и обратной задачи гравиразведки для тел правильной геометрической формы /Пр/	6	4	ОК-6 ОПК-1 ОПК-3 ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1	4	Отчет по практическим заданиям
1.4	Обработка результатов гравитационных наблюдений и построение карты изоаномал. Интерпретация результатов гравитационных наблюдений /Пр/	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1	4	Отчет по практическим заданиям
1.5	Принципы измерения силы тяжести. Маятниковые приборы и гравиметры /Ср/	6	2	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3	Л1.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
1.6	Области применения гравиразведки / Ср/	6	2	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3	Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
	<b>Раздел 2. Магниторазведка</b>						
2.1	Элементы геомагнитного поля и его происхождение. Вариации магнитного поля. Нормальное и аномальное магнитные поля. Магнитные свойства горных пород	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
2.2	Полевая магнитная съемка. Аэро- и гидромагнитные съемки /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
2.3	Прямые и обратные задачи магниторазведки. Прямые и обратные задачи магниторазведки для вертикального бесконечного стержня и вертикально намагниченного шара / Лек/	6	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1	0	Теоретический коллоквиум

2.4	Решение прямой и обратной задачи магниторазведки для тел правильной геометрической формы /Пр/	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4	Л1.1Л2.1Л3.1	4	Отчет по практическим заданиям
2.5	Обработка результатов магнитных наблюдений и построение карты изодинам. Интерпретация результатов магнитных наблюдений /Пр/	6	4	ОК-6 ПК-3 ПК-4	Л1.2Л2.1 Л2.2	4	Отчет по практическим заданиям
2.6	Аппаратура для магниторазведки. Феррозондовые, протонные, квантовые магнитометры. Аппаратура для измерения магнитных свойств горных пород /Ср/	6	2	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
2.7	Области применения магниторазведки /Ср/	6	2	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3	Л1.2Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 3. Электроразведка</b>							
3.1	Электромагнитные поля, используемые в электроразведке. Электромагнитные свойства горных пород /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
3.2	Сущность и методика электромагнитных зондирований. Сущность и методика электромагнитных профилирований. Подземные методы электроразведки /Лек/	6	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
3.3	Качественная интерпретация. Количественная интерпретация графическими и аналитическими способами /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
3.4	Интерпретация результатов электрического профилирования и электрического зондирования /Пр/	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4	Л2.1Л3.1	4	Отчет по практическим заданиям
3.5	Интерпретация результатов метода естественного поля и метода заряженного тела /Пр/	6	4	ОПК-3 ПК-3 ПК-4	Л1.1Л2.1	4	Отчет по практическим заданиям
3.6	Аппаратура и оборудование для электроразведки /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.2Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
3.7	Области применения электро-разведки /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.2Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 4. Сейсморазведка</b>							
4.1	Основы теории упругости. Упругие волны в безграничных средах. Упругие волны в слоистых средах. Особенности распространения упругих волн в реальных средах /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1 Л1.2	0	Теоретический коллоквиум
4.2	Метод отраженных волн. Метод преломленных (головных) волн /Лек/	6	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
4.3	Качественная интерпретация. Количественная интерпретация графическими и аналитическими способами /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
4.4	Построение преломляющей границы методом встречных годографов /Пр/	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	4	Отчет по практическим заданиям
4.5	Построение отражающей границы методом засечек /Пр/	6	4	ОК-7 ПК-3 ПК-4	Л1.1 Э1	4	Отчет по практическим заданиям

4.6	Сейсморазведочная аппаратура /Ср/	6	2	ПК-1	Л1.2Л2.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
4.7	Области применения сейсмо- разведки / Ср/	6	1	ПК-1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 5. Терморазведка</b>							
5.1	Тепловое поле Земли и его параметры. Региональный и локальный тепловые потоки в земной коре. Принципы теории терморазведки. Тепловые и оптические свойства горных пород	6	1	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
5.2	Радиотепловые и инфракрасные съемки. Поисково-разведочные геотермические работы /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
5.3	Аппаратура для геотермических исследований /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
5.4	Применение терморазведки для изучения геологической среды /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 6. Ядерная геофизика</b>							
6.1	Общие сведения о радиоактивности. Взаимодействие радиоактивных излучений с окружающей средой /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1Л2.2	0	Теоретический коллоквиум
6.2	Методы определения и содержание радиоактивных элементов в земной коре. Радиоактивность минералов, горных пород, руд, вод и газов /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
6.3	Общая характеристика ядерно-физических методов. Радиоизотопные гамма-методы. Радиоизотопные нейтронные методы /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
6.4	Аппаратура для ядерно-геофизических исследований /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.2Л2.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным
6.5	Определение абсолютного возраста пород /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 7. Геофизические исследования скважин</b>							
7.1	Характеристика скважины как объекта исследования /Лек/	6	2	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.2Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
7.2	Схема установки геофизического исследования скважин /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
7.3	Классификация методов геофизических исследований скважин /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
7.4	Методы электрометрии, радиометрии, сейсмоакустические, термические и магнитные методы при проведение геофизических исследований скважин / Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам

7.5	Исследование скважин в процессе бурения /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
7.6	Изучение технического состояния скважин /Ср/	6	2	ОК-7 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 8. Комплексование геофизических методов</b>							
8.1	Физико-геологическая модель. Неоднозначность решения обратных задач геофизики /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.2	0	Теоретический коллоквиум
8.2	Оценка морфологии объектов. Оценка мощности и глубины залегания объектов. Оценка вещественного состава. Оценка возраста объектов /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Теоретический коллоквиум
8.3	Основные принципы выбора геофизического комплекса /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1Л2.1	0	Теоретический коллоквиум
8.4	Петрофизика и геофизические свойства горных пород /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
8.5	Геолого-гидрогеологические и деформационно-прочностные свойства /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
8.6	Методика измерений физических свойств горных пород /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
<b>Раздел 9. Научно-практическое применение геофизики</b>							
9.1	Методы глубинной геофизики. Строение Земли по геофизическим данным /Лек/	6	0,5	ОК-6 ОК-7 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1	0	Теоретический коллоквиум
9.2	Нефтяная геофизика. Рудная геофизика. Нерудная и угольная геофизика /Лек/	6	0,5	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	Теоретический коллоквиум
9.3	Гидрогеологическая и почвенно-мелиоративная геофизика /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1Л2.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
9.4	Экологическая геофизика /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1Л2.2 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
9.5	Медицинская геофизика /Ср/	6	1	ОК-7 ПК-1	Л1.1 Э1	0	Проверка конспекта по указанным вопросам
9.6	Контрольная работа по курсу /Контр.раб./	6	2	ОК-7 ОПК-1 ПК-1 ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2	0	Контрольная работа
9.7	/Экзамен/	6	25	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-3 ПК-		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	
5.1. Контрольные вопросы и задания	
Приложение № 1	
5.2. Темы письменных работ	
Приложение № 1	
5.3. Фонд оценочных средств	
Приложение № 1	
5.4. Перечень видов оценочных средств	
Опрос на экзамене коллоквиум контрольная работа	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Богословский В. А., Хмелевский В. К.	Геофизика: учебник	Москва: Книжный дом Университет, 2015	15
Л1.2	Соколов А. Г., Попова О. В., Кечина Т. М.	Полевая геофизика: Учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015, <a href="http://www.iprbookshop.ru/33649">http://www.iprbookshop.ru/33649</a>	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Аплов С. В., Титов К. В.	Геофизика для геологов: учебник	Санкт-Петербург: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, печ. 2012	5
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.2	Павлов А. Н.	Геофизика. Общий курс о природе Земли: Учебник	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006, <a href="http://www.iprbookshop.ru/12484">http://www.iprbookshop.ru/12484</a>	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Манина Е. А., Шадрин Г. А.	Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	98
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России)			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Microsoft Office			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Правочно-правовая система Консультант Плюс			



**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: типовой учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной
-----	---

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Приложение к рабочей программе по дисциплине

### Методы геофизических исследований

Квалификация выпускника	бакалавр <i>бакалавр, магистр, специалист</i>
Направление подготовки	03.03.02 <i>шифр</i> Физика <i>наименование</i>
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике <i>наименование</i>
Форма обучения	Очная
Кафедра- разработчик Выпускающая кафедра	Экспериментальной физики <i>наименование</i> Экспериментальной физики <i>наименование</i>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине (6 семестр)**

**РАЗДЕЛ «ГРАВИРАЗВЕДКА»**

**• Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Гравитационное поле, его характеристики.
2. Нормальное и аномальное гравитационное поле.
3. Что такое «плотностная неоднородность»?
4. Что такое «эффективная плотность»?
5. Что учитывает поправка за свободный воздух?
6. Что учитывает поправка за промежуточный слой?
7. Что учитывает поправка за рельеф?
8. Что учитывает поправка за лунно-солнечные возмущения?
9. Что такое плотностная неоднородность?
10. Что такое эффективная плотность?
11. Опишите методику гравиразведочных работ.
12. В чем заключается прямая задача гравиразведки?
13. В чем заключается обратная задача гравиразведки?
14. Приведите примеры применения данных гравиразведки.

**• Варианты вопросов для контрольной работы:**

1. Относительные измерения маятниковыми методами на неподвижных основаниях.
2. Статические гравиметры на неподвижном основании.
3. Статические гравиметры на подвижном основании.
4. Криогенные гравиметры.
5. Морские неастезированные гравиметры.
6. Морские астезированные гравиметры.
7. Баллистические гравиметры.

**РАЗДЕЛ «МАГНИТОРАЗВЕДКА»**

**• Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Магнитное поле Земли, его характеристики.
2. Что такое «магнитная неоднородность»?
3. Что такое «эффективная магнитная восприимчивость»?
4. Какое поле называют «нормальным магнитным полем Земли»?
5. Что такое «аномальное магнитное поле»?
6. Что такое вариации магнитного поля?
7. Опишите методику магниторазведочных работ.
8. В чем заключается прямая задача магниторазведки?
9. В чем заключается обратная задача магниторазведки?

10. Назовите основные типы магнитных аномалий вертикальной составляющей магнитного поля Земли.
11. Приведите примеры применения магниторазведки.

• **Варианты вопросов для контрольной работы:**

1. Феррозондовые магнитометры.
2. Протонные магнитометры.
3. Квантовые магнитометры.
4. Аппаратура для измерения магнитных свойств горных пород.
5. Аппаратура и особенности аэромагнитных съемок.
6. Аппаратура и особенности гидромагнитных съемок.
7. Микромагнитная съемка.

## РАЗДЕЛ «ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА»

• **Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Как классифицируются методы электроразведки?
2. Назовите электромагнитные поля, используемые в различных методах электроразведки.
3. Что такое «теллурики» и «атмосферики»? Какова их природа?
4. Какова природа естественных электромагнитных полей Земли?
5. Какие методы электроразведки Вы знаете?
6. Какие модификации метода сопротивлений Вы знаете? В чем различия между ними?
7. Назовите электромагнитные свойства горных пород.
8. Чем определяются удельное электрическое сопротивление и кажущееся сопротивление горных пород?
9. Какие бывают электромагнитные зондирования?
10. Что такое прямые и обратные задачи электроразведки?
11. Дайте качественную интерпретацию электромагнитных зондирований.
12. Как проводят количественную интерпретацию электромагнитных зондирований?
13. Какие бывают электромагнитные профилирования?
14. Дайте качественную интерпретацию электромагнитных профилирований.
15. Как проводят количественную интерпретацию электромагнитных профилирований?
16. Назовите области применения электромагнитных зондирований и электромагнитных профилирований.
17. Что такое подземные методы электроразведки? Какие задачи они решают?

• **Варианты вопросов для контрольной работы:**

1. Аппаратура для метода сопротивлений.
2. Аппаратура для методов дипольных электрических зондирований.
3. Аппаратура для методов дипольных электрических зондирований.
4. Аппаратура для зондирования методом становления поля.
5. Аппаратура для низкочастотной электроразведки.
6. Аппаратура для высокочастотных зондирований.
7. Метод ядерно-магнитного резонансного топографического зондирования.

## РАЗДЕЛ «СЕЙСМОРАЗВЕДКА»

### • Перечень вопросов для коллоквиума:

1. Дайте сравнительную характеристику основным типам волн. Используемых в сейсморазведки.
2. Сформулируйте основные законы геометрической сейсмологии.
3. Какие источники упругих волн Вы знаете?
4. Расскажите о принципах работы наземных приемников упругих волн.
5. Расскажите о принципах работы морских приемников упругих волн.
6. Что такое «средняя скорость», «интервальная скорость», «пластовая скорость», «эффективная скорость», «кажущаяся скорость», «границная скорость»?
7. Расскажите о сути методов отраженных волн.
8. Расскажите о сути методов преломленных волн.
9. Какие интерпретационные модели сейсморазведки Вы знаете?
10. Каковы основные области применения сейсморазведки?

### • Варианты вопросов для контрольной работы:

1. Виды источников упругих волн.
2. Приемники упругих волн.
3. Сейсмостанции.
4. Интерференционные системы приема и возбуждения упругих волн.

## РАЗДЕЛ «ТЕРМОРАЗВЕДКА»

### • Перечень вопросов для коллоквиума:

1. Назовите источники внутреннего теплового поля Земли.
2. Какие параметры теплового поля Земли изучает в геотермии?
3. Чем определяются региональные и локальные тепловые потоки?
4. В чем суть решения прямых и обратных задач геотермии?
5. Чем определяются тепловые свойства горных пород?
6. В чем суть и области применения радиотепловых и инфракрасных съемок?
7. О чем можно судить по данным региональных геотермических исследований?
8. В разведке каких полезных ископаемых применяется геотермия?
9. Зачем проводят локальные шпуровые термические измерения при изучении геологической среды?

### • Варианты вопросов для контрольной работы:

1. Виды термометров, применяемых в терморазведке.
2. Тепловизоры.
3. Термоградиентометры.
4. Тепломеры.

## РАЗДЕЛ «ЯДЕРНАЯ ГЕОФИЗИКА»

### • Перечень вопросов для коллоквиума:

1. Что изучает ядерная геофизика?
2. Назовите параметры естественной радиоактивности.
3. Какова сущность взаимодействий ионизирующих излучений с окружающей средой?

4. Дайте общую характеристику естественной радиоактивности минералов, горных пород и руд.
5. Что такое гамма-лучевые и нейтронные свойства горных пород?
6. В чем сущность радиометрии и для решения каких задач она применяется?
7. Опишите методы радиометрии.
8. Что дает эманационная съемка?
9. В чем суть ядерной геохронологии?
10. Каковы особенности и назначение радиоизотопных гамма-гамма методов?
11. Что дают радиоизотопные нейтронные методы?

• **Варианты вопросов для контрольной работы:**

1. Виды детекторов для измерения радиоактивности.
2. Виды и области применения в геофизике радиометров.

**РАЗДЕЛ «ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН»**

• **Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Дайте характеристику скважины как объекта исследования.
2. Что такое керн? Для чего проводят его исследования?
3. Назовите параметры пористости и флюидонасыщенности.
4. Проведите сравнительную характеристику методов электрометрии зондами без фокусировки и с фокусировкой тока.
5. В чем заключаются методы электрометрии, использующие высокочастотные электромагнитные поля? Каковы их особенности?
6. В чем заключается метод с использованием зонда плотностного гамма-гамма-каротажа? Каковы его физические основы?
7. Для решения каких задач используют рентгенорадиометрический каротаж?
8. Какие задачи решают нейтронными методами?
9. Каковы физические основы и области применения метода ядерного магнитного каротажа?
10. Расскажите о сейсмоакустических методах.
11. Для решения каких задач применяют акустический каротаж?
12. Какие задачи решают термометрическим каротажем?
13. Что такое магнитный каротаж? Какие задачи решают с его помощью?
14. Какие методы каротажа используют буровую технику?
15. В чем состоит газовый каротаж? Как его интерпретируют?
16. Какими методами исследуют каменный материал и зачем?
17. Расскажите о способах изучения траектории ствола скважины, диаметра и профиля скважины?
18. Обоснуйте на примерах необходимость применения комплекса методов ГИС при решении задач на нефтегазовых, угольных и рудных месторождениях.

• **Варианты вопросов для контрольной работы:**

1. Инклинометрия.
2. Зонды для различных методов геофизических исследований скважин (*Студентам предоставляется возможность самостоятельно выбрать метод ГИС и предоставить материал по зондам, используемым в данном методе*).

## **РАЗДЕЛ «КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ»**

### **• Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Почему необходимо геофизическое комплексирование?
2. В чем суть физико-геологического комплексирования?
3. Назовите типы физико-геологических моделей.
4. Каковы условия эффективности применения геофизических методов?
5. В чем причины неоднозначности решения обратных задач геофизики?
6. В чем качественная неоднозначность геофизических методов?
7. В чем количественная неоднозначность решения обратных задач геофизики?
8. Что такое комплексная физико-математическая интерпретация геофизических данных?
9. Как осуществляется выбор геофизических комплексов?
10. Назовите виды геофизического комплексирования.
11. Какова роль петрофизики в геолого-геофизических исследованиях?
12. В чем состоят взаимосвязи петрофизических свойств горных пород?

## **РАЗДЕЛ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИКИ»**

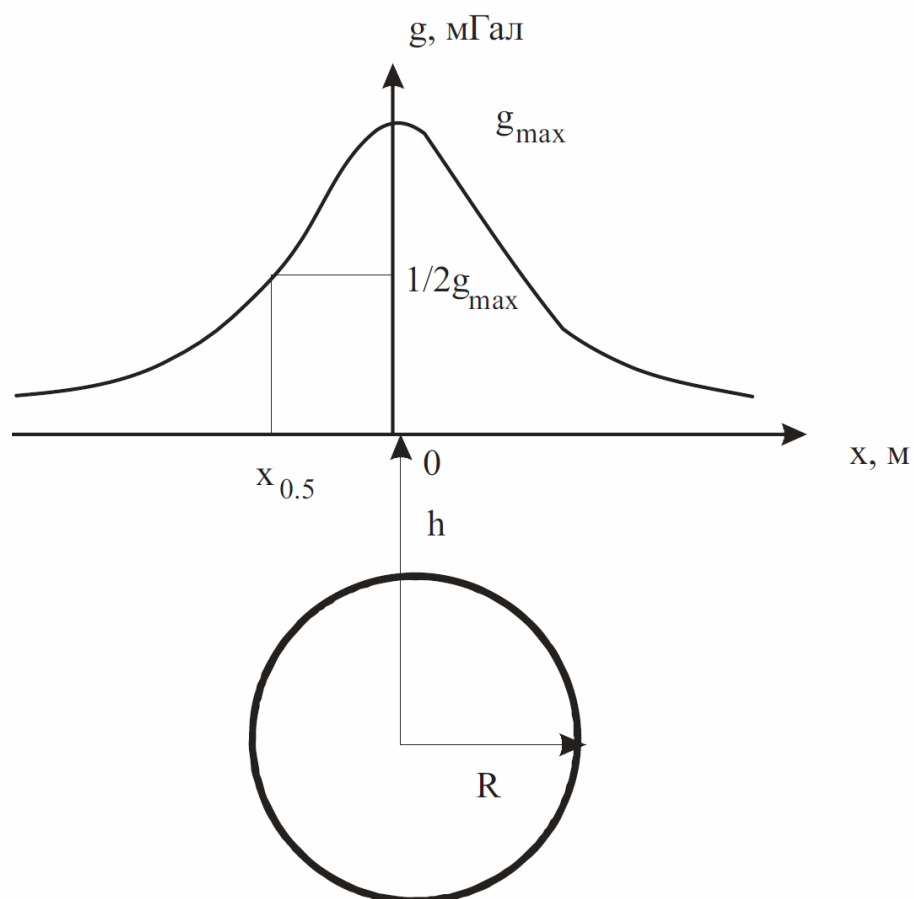
### **• Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. В чем заключается сущность задач, решаемых методами глубинной геофизики?
2. Что такое сейсмология?
3. Какие основные оболочки Земли выделяются по данным сейсмологии и глубинной сейсморазведки?
4. Дайте определение региональной геофизики. Каковы ее основные разделы и решаемые задачи?
5. Назовите методы геофизики, которые целесообразно применять для изучения закрытых, полужакрытых и открытых регионов континентов.
6. Что такое физико-геологическое моделирование при решении поисково-разведочных задач на твердые полезные ископаемые?
7. Назовите методы геофизики, которые используют при поисках, разведке и эксплуатации месторождений нефти и газа.
8. Каковы методы и задачи рудной геофизики?
9. Каковы методы и задачи нерудной и угольной геофизики?
10. Что такое гидрогеологическая геофизика? Какие задачи она решает?
11. Каковы задачи и методы инженерно-геологической геофизики?
12. Что дают методы мерзлотно-гляциологической геофизики?
13. Дайте характеристику технической и археологической геофизики.
14. Назовите особенности геофизических методов решения экологических задач.
15. Что дает физическая и геофизическая медицина?

**Примеры заданий и методические разработки для проведения практических работ по разделам курса «Методы геофизических исследований»**

**Решение прямой и обратной задачи гравirazведки для тел правильной геометрической формы**

В некоторых случаях реальные геологические объекты можно аппроксимировать телами правильной геометрической формы, что существенно облегчает интерпретацию геофизических данных.





Геологические аналоги шара (сферы): гнездообразные рудные залежи, карстовые формы, соляные купола, интрузии.

Геологические аналоги вертикального стержня: трубки взрыва, соляные штоки, столбообразные рудные залежи.

Прямая задача состоит в вычислении ускорения силы тяжести  $g$  по заданному распределению аномальных масс. В этом случае предполагается, что известны избыточная плотность, форма и размеры тела, а требуется найти распределение значений ускорения силы тяжести на дневной поверхности, обусловленное этим телом.

Силой тяжести  $G$  называется сила, с которой любое тело притягивается к Земле.

Сила, действующая на единицу массы, называется напряженностью гравитационного поля или ускорением силы тяжести. Напряженность поля

есть векторная величина, а ее модуль определяется в виде:  $g = \frac{G}{m} = \frac{kM}{r^2}$ ,

где:  $r$  – радиус Земли;  $M$  – масса Земли;  $k$  – гравитационная постоянная. Гравитационной постоянной  $k$  называется сила притяжения двух материальных точек с массой в 1 г каждая, находящихся на расстоянии 1 см друг от друга. Гравитационная постоянная в системе  $CGS$  численно

равна  $6.67 \cdot 10^{-8} \frac{cm^3}{g \times c^2}$ , а в системе  $СИ$  –  $6.67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \times c^2}$ .

Ускорение силы тяжести над шаром по профилю, находящемуся на дневной поверхности и проходящему через его центр, определяется по

формуле:  $g = kM \frac{h}{(x^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$ ,

где  $k = 6,67 \cdot 10^{-8} \frac{cm^3}{g \times c^2}$  – гравитационная постоянная;  $h$  – глубина до центра шара (см);  $x$  – расстояние от начало координат системы до точки наблюдения (см);  $M$  – избыточная масса (г), определяемая в виде:

$$M = V \cdot \sigma = \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma,$$

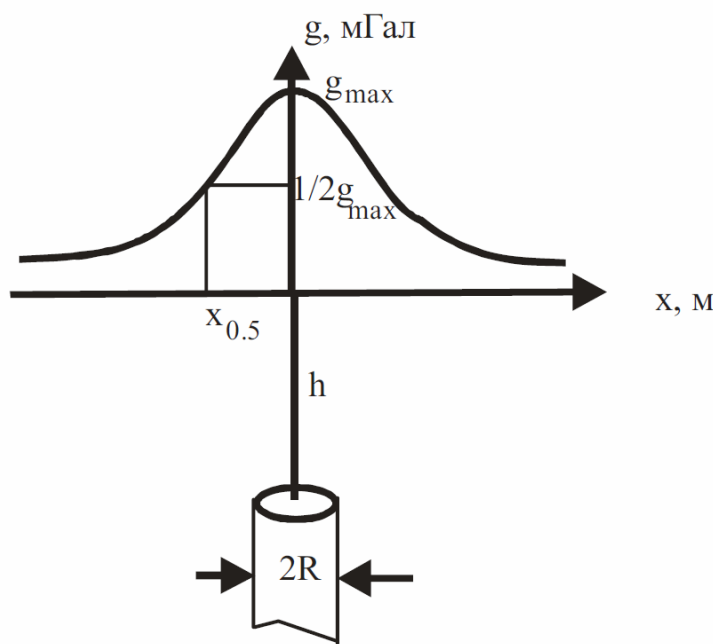
где  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$  – объем шара (см<sup>3</sup>);  $R$  – радиус шара (см);  $\sigma$  – избыточная плотность (г/см<sup>3</sup>). Избыточная плотность – это разность между плотностью искомого объекта и плотностью вмещающих пород.

Единица измерения ускорения силы тяжести в системе  $CGS$  носит название Гал, более мелкие единицы – мГал и мкГал (1 Гал = 10<sup>3</sup> мГал, 1 Гал = 10<sup>6</sup> мкГал). 1 Гал – это ускорение, которое развивает масса в 1 г под

Ускорение силы тяжести над вертикальным стержнем по профилю, находящемуся на дневной поверхности и проходящему через его центр, можно рассчитать по формуле:

$$g = k\lambda \frac{1}{\sqrt{x^2 + h^2}},$$

где  $\lambda = S\sigma = \pi R^2\sigma$  – линейная плотность единицы длины стержня (г/см);  $S$  – площадь поперечного сечения стержня (см<sup>2</sup>);



$$k = 6,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{см}^3}{\text{г} \cdot \text{с}^2} -$$

гравитационная постоянная;  $h$  – глубина до верхней кромки стержня (см);  $x$  – расстояние от начала координат до точки наблюдения (см);  $R$  – радиус поперечного сечения стержня (см);  $\sigma$  – избыточная плотность (г/см<sup>3</sup>). В этом случае предполагается, что стержень простирается на большую глубину и соблюдается условие  $h \gg 2R$ .

**Задание 1** Вычисление ускорения силы тяжести (прямая задача) для шара.

По исходным данным  $R$ ,  $h$ ,  $\sigma$ , которые согласно заданному варианту, выбираются из таблицы 1, необходимо рассчитать значения  $g$  в точках профиля  $x$ : 0 м,  $\pm 5$  м,  $\pm 10$  м,  $\pm 20$  м,  $\pm 40$  м,  $\pm 60$  м,  $\pm 80$  м,  $\pm 100$  м,  $\pm 200$  м,  $\pm 400$  м,  $\pm 800$  м. Вычисления  $g$  производится с точностью до сотых долей мГал.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	h, м	R, м	$\sigma$ , г/см <sup>3</sup>	Вариант	h, м	R, м	$\sigma$ , г/см <sup>3</sup>
1	40	30	0,9	16	50	30	0,9
2	40	35	0,7	17	50	35	0,7
3	50	40	0,8	18	60	40	0,8
4	45	40	0,6	19	55	40	0,6
5	45	40	0,7	20	55	40	0,7
6	55	45	0,7	21	65	45	0,7
7	50	45	0,6	22	60	45	0,6
8	55	45	0,6	23	65	45	0,8
9	50	45	0,8	24	60	45	0,7

10	40	35	0,7	25	50	35	0,8
11	35	30	0,8	26	45	30	0,9
12	45	35	0,9	27	55	35	0,8
13	55	40	0,8	28	55	40	0,8
14	50	40	0,7	29	60	40	0,7
15	50	40	0,7	30	60	40	0,7

Для контроля характера вычислений и поиска ошибок все расчеты проводятся в специальных таблицах, построенных так, чтобы в каждом столбце выполнялось только одно арифметическое действие. Ниже приводится пример такой таблицы для расчета ускорения силы тяжести от шара.

Таблица 2

$h =$ м	$R =$ м	$\sigma =$ г/см <sup>3</sup>	$V =$ м <sup>3</sup>	$M =$ г	$k = 6,67 \cdot 10^{-8} \frac{сМ^3}{г \cdot с^2}$
$x, м$	$x^2, м^2$	$x^2 + h^2, м^2$	$(x^2 + h^2)^{3/2}, м^3$	$\frac{h}{(x^2 + h^2)^{3/2}},$ $\frac{1}{м^2}$	$g, мГал$
0					
5					
10					
...					
...					
800					

Рассчитанное поле  $g$  (в мГал) необходимо изобразить в декартовой системе координат в виде графика. Вдоль оси абсцисс откладываются значения  $x$  в метрах, а вдоль оси ординат – значение  $g$  в мГал. При построении графика соблюдаются следующие правила: в 1 мм вертикального масштаба должно укладываться около 0,5 % от максимальной амплитуды аномалии; горизонтальный масштаб следует взять таким, чтобы наклон графика в зонах максимальных градиентов поля находился в пределах 45–70°. На этот же график необходимо вынести расчеты, представленные в таблице 2.

**Задание 2.** Решение обратной задачи по гравиразведке для шара.

Обратная задача заключается в вычислении по заданному распределению поля ускорения силы тяжести параметров тела (шара), т. е. его размеров  $R$ ,  $V$  и глубины залегания  $h$ . По аномалии ускорения силы тяжести  $g$  глубина залегания центра шара  $h$  может быть получена из выражения  $h \approx 1,31 |x_{0,5}|$ , где  $x_{0,5}$  – абсцисса полумаксимумы аномалии  $g$ .

Величину избыточной массы можно определить по формуле:

$$M = \frac{g_{\max} \times h^2}{k}. \text{ По известному заданному значению избыточной плотности}$$

$\sigma$ , можно найти радиус шара  $R$  из выражения:  $M = \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma$ .

Решение обратной задачи необходимо выполнить как для поля  $g$ , полученного при решении прямой задачи, так и для представленных в таблице 3 наблюдаемых значений  $g$  (в мГал) в точках профиля: 0 м,  $\pm 10$  м,  $\pm 20$  м, . . .  $\pm 80$  м, и плотности  $\sigma$  (данные выбираются согласно заданного варианта). По данным таблицы 3 необходимо в декартовой системе координат построить график поля  $g$ , соблюдая все необходимые правила построения графиков. Результаты решения обратной задачи должны быть представлены на одном чертеже с графиками.

Таблица 3

Вариант	$g(0)$	$g(\pm 10)$	$g(\pm 20)$	$g(\pm 30)$	$g(\pm 40)$	$g(\pm 50)$	$g(\pm 60)$	$g(\pm 70)$	$g(\pm 80)$	$\sigma, \text{ г/см}^3$
1	0,52	0,49	0,38	0,27	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,7
2	0,47	0,45	0,39	0,32	0,25	0,19	0,15	0,11	0,09	0,8
3	0,58	0,55	0,46	0,37	0,28	0,21	0,15	0,11	0,09	0,7
4	0,81	0,77	0,67	0,55	0,43	0,33	0,25	0,19	0,15	0,7
5	0,57	0,54	0,46	0,36	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09	0,8
6	0,61	0,56	0,46	0,35	0,25	0,18	0,13	0,10	0,07	0,8
7	0,50	0,47	0,40	0,32	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,7
8	0,67	0,64	0,56	0,46	0,36	0,27	0,21	0,16	0,12	0,8
9	0,43	0,41	0,35	0,27	0,21	0,15	0,11	0,09	0,06	0,9
10	0,60	0,55	0,43	0,32	0,21	0,15	0,10	0,07	0,05	0,8
11	0,71	0,67	0,57	0,45	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,7
12	0,53	0,49	0,40	0,31	0,22	0,16	0,12	0,08	0,04	0,7
13	0,62	0,58	0,47	0,36	0,26	0,19	0,13	0,10	0,07	0,7
14	0,53	0,49	0,40	0,31	0,22	0,16	0,11	0,08	0,05	0,6
15	0,42	0,32	0,22	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,6
16	0,61	0,58	0,49	0,39	0,29	0,22	0,16	0,12	0,09	0,6
17	0,53	0,49	0,38	0,27	0,18	0,13	0,09	0,05	0,03	0,7
18	0,48	0,45	0,38	0,32	0,24	0,19	0,14	0,11	0,09	0,8
19	0,60	0,56	0,46	0,39	0,28	0,22	0,15	0,10	0,09	0,7
20	0,82	0,77	0,66	0,55	0,42	0,33	0,25	0,18	0,15	0,7
21	0,58	0,54	0,45	0,36	0,28	0,20	0,16	0,11	0,09	0,8
22	0,62	0,56	0,45	0,35	0,26	0,18	0,14	0,10	0,07	0,8
23	0,52	0,47	0,39	0,32	0,23	0,18	0,14	0,10	0,08	0,7
24	0,68	0,64	0,55	0,46	0,37	0,27	0,22	0,16	0,12	0,8
25	0,44	0,41	0,36	0,27	0,22	0,15	0,12	0,09	0,06	0,9
26	0,62	0,56	0,41	0,31	0,21	0,15	0,10	0,07	0,05	0,8
27	0,72	0,68	0,58	0,45	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,7
28	0,54	0,50	0,39	0,32	0,22	0,16	0,12	0,08	0,06	0,7
29	0,63	0,57	0,46	0,35	0,26	0,19	0,13	0,10	0,07	0,7
30	0,54	0,50	0,41	0,32	0,23	0,16	0,11	0,08	0,06	0,6

## Интерпретация результатов метода естественного поля (ЕП) и метода заряженного тела (МЗТ)

В методе естественного поля изучают электрические поля, создаваемые за счет происходящих в природе электрохимических, фильтрационных и диффузионно-адсорбционных процессов.

Электрохимические процессы возникают на поверхности соприкосновения электронных и ионных проводников, на которых происходит скачок потенциала. Электрохимические потенциалы возникают в местах скопления минералов с электронной проводимостью – пирита, халькопирита, магнетита и других. В зонах сульфидного оруденения, вблизи от поверхности земли, кислород воздуха, растворенный в поверхностных водах, вызывает окислительную реакцию. Таким образом, на поверхности рудного тела образуется двойной электрический слой, на внутренней части которого расположены положительные заряды, на внешней – отрицательные. Если над рудным телом измерять потенциал, то будет получен минимум. Интенсивность наблюдаемых над сульфидными телами естественных полей колеблется от первых десятков до нескольких сотен милливольт.

Диффузионно-адсорбционные потенциалы возникают на границах пластов, содержащих растворы с различной концентрацией солей. Интенсивность полей зависит от способности частиц данной породы по-разному сорбировать ионы различного химического состава, которая называется адсорбционной активностью. В порядке ее убывания горные породы располагаются следующим образом: глинистые сланцы, морские глины, плотные мергели, песчаные глины, глинистые песчаники и т. д.

Фильтрационные потенциалы возникают при прохождении электролита через пористую перегородку под давлением. Это ведет к механическому переносу жидкостью ионов подвижной части двойного диффузионного слоя и к накоплению ионов различного знака на концах перегородки и возникновению разности потенциалов. Фильтрационная активность растет по мере увеличения пористости и проницаемости пород.

Полевая установка естественного поля состоит из двух заземлений  $M$  и  $N$ , соединенных с измерительным прибором. Линия  $MN$  заземляется с помощью неполяризующихся электродов. Съёмка осуществляется либо способом потенциалов (измерения проводятся с перемещением только переднего электрода), либо способом градиентов (разности потенциалов измеряют между каждой парой точек профиля).

Обработка материалов съёмки заключается в вычислении потенциала или градиентов потенциала точек и в построении карт графиков или изолиний вычисленных величин.

Интерпретация материалов съёмки заключается в истолковании полученных карт и графиков потенциалов.

### Задание 1. Исследование акваторий.

На акваториях проводятся исследования чистых и прибрежных вод. В случае чистых вод приходится иметь дело со сравнительно большими толщами воды. Работа в прибрежных зонах морей осложняется небольшой и резко изменяющейся глубиной. При этом гипсометрия дна претерпевает значительные изменения, как в направлении открытого моря, так и вдоль берега. В поддонных отложениях нередко превалирует привнесенный с суши крупнообломочный материал. При выполнении в пределах акватории наблюдений методом сопротивлений используются, как правило, придонные установки трехэлектродного профилирования.

Определить местоположение субмаринных источников пресных вод, разгружающихся вблизи береговой линии. Наблюдения выполнены методами термометрии, резистивиметрии и естественного поля. Под резистивиметрическими исследованиями понимается определение сопротивления бурового раствора или воды в скважине. Построить карты  $T$ ,  $\rho$  и  $U$ . Данные для построения карт приведены в таблице 17. Данные термометрии  $T$ , °С необходимо пересчитать по формуле:  $T = T_{\text{табл}} + 0,1n$ . Данные резистивиметрии  $\rho$ , Ом·м необходимо пересчитать по формуле:  $\rho = \rho_{\text{табл}} + 0,01n$ . Данные естественного поля  $U$ , мВ необходимо пересчитать по формуле:  $U = U + 0,1n$ , где  $n$  – номер варианта. Сечения изолиний  $T$  провести через 1 °С, сечение изолиний  $\rho$  провести через 0,1 Ом·м, сечение изолиний  $U$  провести через 0,5 мВ.

Таблица 17

Номер профиля	Номер пикета	$T$ , °С	$\rho$ , Ом·м	$U$ , мВ	Номер профиля	Номер пикета	$T$ , °С	$\rho$ , Ом·м	$U$ , мВ
1	1	10,7	0,6	1,2	2	1	12,4	0,6	1,7
	2	11,4	0,4	1,4		2	13,6	0,5	1,6
	3	12,6	0,3	1,8		3	13,6	0,4	1,4
	4	13,8	0,4	2,1		4	12,1	0,4	1,5
	5	14,1	0,2	2,1		5	11,6	0,3	1,4
	6	15,6	0,2	1,6		6	11,4	0,2	1,6
	7	16,4	0,4	1,7		7	11,8	0,2	1,7
	8	12,4	0,3	1,4		8	11,9	0,3	1,6
	9	13,8	0,4	1,8		9	12,4	0,4	1,4
	10	12,6	0,3	1,3		10	14,6	0,5	1,5
	11	13,4	0,4	1,2		11	15,1	0,4	1,6
	12	14,4	0,5	1,4		12	15,6	0,3	1,4
	13	15,5	0,5	1,5		13	15,4	0,2	1,6
	14	14,1	0,4	1,3		14	14,7	0,3	1,7
	15	14,2	0,4	1,2		15	14,6	0,4	1,6
	1	11,3	0,9	2,4		1	9,4	0,9	2,7
	2	12,6	0,8	2,8		2	10,6	0,8	3,1
	3	14,5	0,7	3,6		3	11,4	1,1	3,4
	4	12,4	0,7	3,7		4	9,6	1,2	3,3

3	5	9,6	0,8	3,4	4	5	8,4	1,1	3,7		
	6	8,4	0,9	3,5		6	5,2	1,3	4,2		
	7	7,6	1,1	4,1		7	4,3	1,4	4,8		
	8	6,4	1,3	4,2		8	4,2	1,5	5,4		
	9	5,8	1,4	4,3		9	4,1	1,6	5,5		
	10	4,8	1,1	3,2		10	3,8	1,6	6,1		
	11	6,7	0,9	3,1		11	5,6	1,6	5,1		
	12	7,8	0,8	2,8		12	6,7	1,2	4,1		
	13	8,2	0,7	2,7		13	7,2	1,4	3,8		
	14	9,4	0,7	2,7		14	8,3	1,4	3,7		
	15	11,5	0,7	2,6		15	8,4	1,3	3,6		
		1	10,4	0,7		3,1		1	9,7	0,7	3,1
		2	9,8	0,4		3,2		2	9,8	0,8	3,2
		3	9,4	0,6		3,3		3	11,2	0,9	3,4
		4	9,1	1,1		3,4		4	9,1	1,1	5,1
5	5	8,1	1,3	5,4	6	5	7,4	1,2	5,6		
	6	7,4	1,4	5,6		6	6,7	1,3	5,8		
	7	4,2	1,5	5,8		7	5,1	1,4	4,1		
	8	4,1	1,2	4,1		8	4,1	1,6	4,2		
	9	4,7	1,1	4,2		9	4,3	1,2	3,3		
	10	6,4	0,9	3,7		10	6,1	1,3	3,6		
	11	6,5	0,8	3,6		11	6,8	1,4	3,2		
	12	6,8	0,8	3,7		12	6,7	0,9	3,1		
	13	7,1	0,7	3,6		13	7,4	0,8	3,2		
	14	7,2	0,6	3,2		14	7,7	0,7	3,1		
	15	8,4	0,4	3,1		15	7,9	0,6	3,1		

**Задание 2.** Исследование карста методом естественного поля.

В одном из районов Североуральских бокситовых месторождений широко развиты карстовые воронки и карстовые полости. Визуальное картирование карстовых воронок не всегда позволяет определить их истинные размеры. На одном из исследуемых участков проведена площадная съемка методом естественного поля (потенциал установкой). Работы выполнены на следующий день после сильного ливня, когда фильтрационная активность в ослабленных зонах карстующихся пород была достаточно высокой.

Построить карту потенциалов естественного поля  $U$ , мВ и выделить аномальные участки, которые связаны с карстовыми проявлениями. Масштаб съемки 1:10000. Расстояние между профилями 100 м. Данные для построения карты приведены в таблице 18. Значения  $U$  пересчитать по формуле  $U = U_{\text{табл}} + 0,1n$ , где  $n$  – номер варианта. Изолинии  $U$  провести через 2 мВ.

Таблица 18

ПК	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	ПР6	ПР7	ПР8	ПР9	ПР10
1	-34,1	-36,2	-26,4	-24,1	-28,6	-32,6	-32,1	-24,2	-18,6	-14,2
2	-31,6	-31,2	-27,1	-25,6	-32,6	-34,1	-36,4	-31,2	-25,1	-22,6
3	-29,8	-28,6	-26,2	-22,4	-33,7	-36,1	-42,1	-43,6	-29,1	-20,1
4	-27,4	-24,1	-23,4	-20,7	-34,1	-34,1	-44,4	-45,8	-34,6	-19,7
5	-22,6	-19,6	-22,1	-17,3	-29,7	-33,1	-30,7	-41,6	-37,2	-20,3
6	-21,4	-18,7	-19,8	-16,1	-11,4	-19,6	-20,1	-34,1	-30,1	-21,4
7	-21,7	-20,1	-18,2	-14,5	-16,1	-14,2	-15,8	-18,4	-24,1	-19,8
8	-16,1	-14,8	-17,4	-12,1	-12,8	-13,1	-9,7	-11,6	-19,2	-11,7
9	-14,1	-11,6	-18,1	-11,4	-10,7	-9,7	-6,9	-9,6	-14,1	-9,4
10	-12,1	-10,9	-12,4	-10,7	-9,6	-6,8	-4,1	-7,8	-11,6	-8,6
11	-11,6	-9,8	-10,6	-8,1	-16,7	-4,1	-3,8	-6,4	-9,8	-4,2
12	-9,8	-6,5	-9,8	-2,9	-3,4	-2,1	-0,7	-2,8	-7,4	-2,1
13	-6,1	-4,3	-3,6	0	-2,6	-0,1	0,8	-0,6	-2,8	1,6

14	-6,4	-3,8	-0,8	1,9	-0,1	0,1	2,4	1,1	1,6	1,9
15	-4,7	-0,9	1,6	4,2	1,6	6,2	6,7	2,1	1,8	4,1
16	-2,1	0,6	2,5	4,9	2,4	4,8	4,8	3,4	2,4	6,2
17	-0,6	1,2	3,8	5,6	3,7	11,4	12,7	2,8	11,6	8,8
18	0,1	2,4	4,4	8,4	9,2	11,2	13,6	14,1	12,7	10,6
19	0,8	3,8	5,6	9,6	10,2	10,2	14,1	12,4	13,4	12,1

ПК	ПР11	ПР12	ПР13	ПР14	ПР15	ПР16	ПР17	ПР18	ПР19	ПР20
1	-11,6	-9,4	-6,4	-2,8	3,4	9,6	8,4	10,4	16,1	11,6
2	-20,4	-17,8	-7,2	-2,1	4,7	8,7	7,5	11,6	18,4	12,4
3	-16,1	-11,4	-2,6	-2,7	9,8	7,4	7,6	14,2	19,2	7,6
4	-11,2	-9,6	-1,8	-3,4	11,6	6,3	9,4	18,7	14,1	6,4
5	-9,8	-7,2	-0,6	-1,9	9,6	11,7	10,2	19,6	12,6	7,2
6	-6,7	-6,1	-0,8	-2,7	4,2	12,6	10,1	20,1	18,3	9,6
7	-4,1	-3,9	-1,4	0,4	4,1	13,7	10,7	14,5	12,1	8,6
8	1,2	-3,1	-1,2	0,6	2,7	11,6	6,4	14,6	11,1	5,6
9	1,3	-2,1	0,9	0,8	3,8	12,1	11,5	9,8	9,2	4,8
10	1,2	0,8	-0,6	2,9	4,7	6,4	5,8	4,6	5,4	5,4
11	2,6	0,7	0	3,7	5,6	4,2	2,4	-0,2	1,1	1,6
12	2,4	1,9	0,2	3,6	6,5	3,1	-0,7	-14,6	-0,7	-0,9
13	4,1	1,6	3,3	3,4	4,3	0,1	-11,5	-18,7	-17,4	-14,7
14	3,7	3,6	4,8	5,9	9,6	0	-14,7	-24,8	-25,6	-22,8
15	3,6	3,5	5,2	6,4	11,7	-0,1	-6,9	-29,3	-30,2	-34,9
16	9,8	6,4	6,7	7,2	12,8	-3,4	-5,4	-14,1	-18,4	-32,1
17	8,7	6,7	7,4	8,7	13,4	2,6	3,2	-2,4	-9,6	-12,6
18	11,6	9,1	9,5	9,6	14,1	2,1	2,9	0,6	-3,8	-4,2
19	13,7	11,2	9,5	10,1	12,7	3,7	6,0	1,2	-0,1	-2,1



**Задание 3.** Определение направления, скорости и характера движения грунтовых вод с помощью метода заряженного тела.

Для прослеживания и оконтуривания вскрытых горными выработками или в результате эрозии геологических образований, удельное электрическое сопротивление которых значительно меньше сопротивления вмещающих пород, используется метод заряда. Основное применение метод находит при разведке колчеданных и других руд с высокой электропроводностью, а также для определения направления и скорости движения подземных вод.

В методе заряда один из питающих электродов *A* заземляется в прослеживаемый объект, а другой относится в бесконечность, практически на расстояние в 10–15 раз превышающее предполагаемые размеры объекта. При заземлении электрода *A* в рудное тело вокруг него образуется электрическое поле. Поскольку удельное сопротивление тела во много раз ниже сопротивления вмещающих пород, то тело можно рассматривать как большой электрод, с которого стекает ток по всем направлениям в окружающую среду. В таком случае линия равного потенциала в окружающей среде вблизи заряженного тела будет повторять его форму. Вблизи проекции контуров тела будут наблюдаться экстремумы градиента потенциала. Таким образом, измеряя потенциал и его градиент в точках на участке заряженного тела, можно составить представление о его форме и размерах.

Результаты исследований изображаются в виде карт линий равного потенциала и карт графиков градиентов потенциала. Метод заряда часто применяют для увязки рудных подсечений, встреченных двумя и более скважинами.

Для определения направления и скорости движения подземных вод применяют, как правило, метод заряженного тела (МЗТ). Возможно решение этой задачи и обычными методами, которые требуют нескольких скважин, одна из которых служит для запуска индикаторов, а остальные – для его улавливания.

Сущность метода заряженного тела в гидрогеологии представляется следующим образом. В скважину, вскрывшую водоносный горизонт, опускается хорошо растворимая соль. Подземный поток, растворяя соль, выносит раствор по направлению своего движения. Поскольку солевой раствор отличается повышенной проводимостью, положение солевого ореола в пространстве может быть определено методом заряженного тела. Для этого один из электродов питающей цепи опускают в скважину на

уровень водоносного горизонта, второй электрод относят в бесконечность. Электрическое поле, создаваемое током, пропускаемым через электрод, расположенный в скважине, изучается на дневной поверхности. В этих целях один измерительный электрод (неподвижный) располагается на поверхности земли в направлении, противоположном предполагаемому направлению движения подземных вод на расстоянии, равном 10–15-кратной глубине до водоносного горизонта. С помощью второго измерительного электрода на всех лучах, ориентированных под углом  $45^\circ$  относительно друг друга, производятся поиски точек с потенциалом, равным потенциалу неподвижного измерительного электрода.

Перед зарядкой скважины солью выполняется съемка эквипотенциальной линии, называемой базисной, которая в относительно однородных породах будет близка по форме к окружности с центром в устье скважины. Если спустя некоторое время после засолки скважины повторить съемку, то форма изолинии изменится – из окружности она превратится в эллипс, втянутый в направлении движения подземных вод. Со временем размер солевого ореола увеличивается – передний его край движется со скоростью, близкой к скорости движения подземных вод. Соответственно, изменяется положение середины длинной оси эквипотенциальной линии, причем скорость смещения точек равна половине скорости потока подземных вод, т. е.  $V_{\text{п}} = 2 \cdot V$  см. ( $V_{\text{п}}$  – скорость потока;  $V$  см – скорость смещения точек изолиний). Величина  $V$  см определяется по наблюдениям смещения эквипотенциальных линий на дневной поверхности.

Обработка полевых данных представляется в форме полевого журнала.

Используя данные в таблице 19, в соответствии с заданным вариантом  $n$  пересчитать значения  $r$  в столбцах 2, 4, 7, 10, 13 по формуле  $r = r + 0.1 \cdot n$ . Рассчитать  $dr = r_i - r_{i-1}$  и заполнить соответствующую графу в журнале, затем, используя полученные результаты, визуализировать материалы в виде схемы смещений изолиний потенциала и азимутального графика смещения изолиний. Проведя качественный анализ построенных схем и графиков, дать обоснование о характере и направлении движения грунтовых вод, после чего по выбранному направлению произвести расчет скорости движения грунтовых вод по формуле:  $V = dr/dt$  м/сут.

При этом строится график зависимости  $r$  от  $t$ , скорость рассчитывается в метрах в сутки по той части графика, которая наименее градиентная.

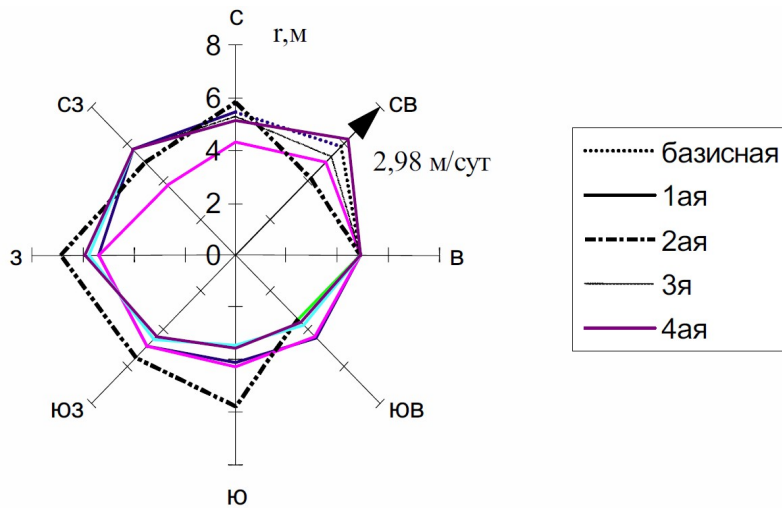


Рис. 1. Схема смещений изолиний потенциала

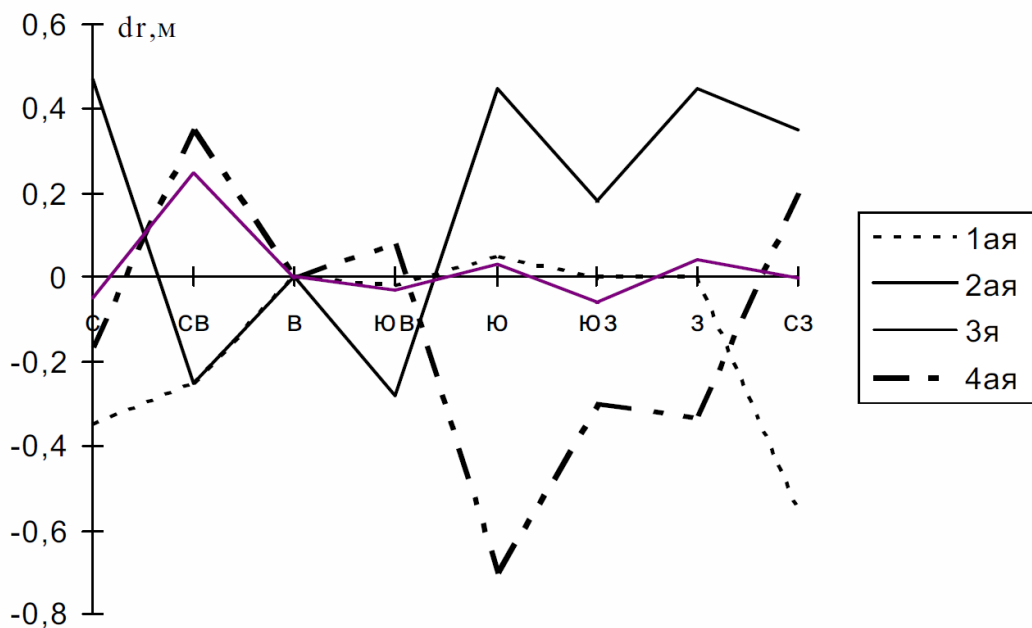


Рис. 2. Азимутальный график смещения изолиний

Таблица 19

Азимут лучей	Базисная изолиния R, м	1 – изолиния			2 – изолиния			3 – изолиния			4 – изолиния		
		t	г, м	dr, м	t	г, м	dr, м	t	г, м	dr, м	t	г, м	dr, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
С	9,84	13 <sup>50</sup>	11,4		15 <sup>47</sup>	12,45		17 <sup>42</sup>	13,45		20 <sup>14</sup>	14,46	
СВ	9,83	13 <sup>54</sup>	11,6		15 <sup>51</sup>	12,75		17 <sup>45</sup>	13,85		20 <sup>16</sup>	14,95	
В	9,82	Н е п о д в и ж н ы й э л е к т р о д											
ЮВ	9,80	13 <sup>30</sup>	11,5		15 <sup>27</sup>	12,56		17 <sup>27</sup>	13,58		20 <sup>04</sup>	14,55	
Ю	9,82	13 <sup>34</sup>	11,1		15 <sup>31</sup>	12,00		17 <sup>30</sup>	12,90		20 <sup>06</sup>	13,80	
Ю-З	9,83	13 <sup>38</sup>	10,3		15 <sup>35</sup>	10,90		17 <sup>33</sup>	11,50		20 <sup>08</sup>	12,10	
З	9,84	13 <sup>42</sup>	10,8		15 <sup>39</sup>	11,20		17 <sup>36</sup>	10,83		20 <sup>10</sup>	10,87	
СЗ	9,85	13 <sup>46</sup>	11,0		15 <sup>43</sup>	11,90		17 <sup>39</sup>	12,80		20 <sup>12</sup>	13,70	

Примечание: электролит введен в 12 ч 10 мин.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (6 семестр)**

**Проведение промежуточной аттестации происходит в виде экзамена, Задания на экзамене содержат теоретический вопрос и две практические задачи.**

Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»	Вид задания	Уровень сложности
<p><b>Вариант 1</b> 1. Классификации методов геофизики. 2. Электромагнитное профилирование.</p> <p><b>Вариант 2</b> 1. Гравитационный метод разведки: определение, измеряемое физическое поле Земли, понятия «плотностная неоднородность» и «эффективная плотность», единицы измерения. 2. Электромагнитные зондирования.</p> <p><b>Вариант 3</b> 1. Нормальное поле и аномальное гравитационное поле Земли. Поправка за свободный воздух. Поправка за лунно-солнечные возмущения. 2. Электроразведка естественными постоянными электрическими полями (ЕП).</p> <p><b>Вариант 4</b> 1. Нормальное поле и аномальное гравитационное поле Земли. Поправка за промежуточный слой и за рельеф. 2. Основные типы волн, используемых в сейсморазведке.</p> <p><b>Вариант 5</b> 1. Аппаратура, используемая при гравиразведке: принцип действия, основные характеристики. 2. Гидрогеологическая физика.</p> <p><b>Вариант 6</b> 1. Методика гравиразведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, система обхода точек наблюдения, гравитационный рейс, контрольные наблюдения, точность съемки. 2. Суть решения прямых и обратных задач геотермии.</p> <p><b>Вариант 7</b> 1. Прямая и обратная задачи гравиразведки в общем виде и на примере модели шара. 2. Источники и параметры естественной радиации.</p> <p><b>Вариант 8</b> 1. Прямая и обратная задачи гравиразведки в общем виде и на примере модели горизонтального бесконечно длинного цилиндра. 2. Области применения радиотепловых и инфракрасных съемок.</p> <p><b>Вариант 9</b> 1. Применение гравиразведки. 2. Электрический каротаж методом потенциалов самопроизвольной поляризации.</p> <p><b>Вариант 10</b> 1. Магнитный метод разведки: определение, измеряемые параметры физического поля Земли, единицы измерения поля, понятия «магнитная неоднородность» и «эффективная магнитная восприимчивость». 2. Электроразведка естественными переменными электрическими полями.</p> <p><b>Вариант 11</b> 1. Структура магнитного поля Земли: нормальное и аномальное поле.</p>	теоретический	А – репродуктивный; В – конструктивный

2. Исследование скважин в процессе бурения: газовый каротаж, исследование каменного материала.

**Вариант 12**

1. Вариации магнитного поля Земли.
2. Ядерно-физические методы (гамма-гамма и нейтронные).

**Вариант 13**

1. Аппаратура, используемая при магниторазведке: ферромагнитные, протонные и квантовые магнитометры, принцип действия, основные характеристики.
2. Нефтегазовая геофизика.

**Вариант 14**

1. Методика магниторазведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система обхода точек наблюдения, магнитный рейс, учет вариаций магнитного поля, контрольные наблюдения, точность съемки.
2. Инженерная геофизика.

**Вариант 15**

1. Прямая и обратная задачи магниторазведки в общем виде и на примере модели вертикально намагниченного шара.
2. Принципы устройства аппаратуры для терморазведки.

**Вариант 16**

1. Прямая и обратная задачи магниторазведки в общем виде и на примере модели вертикального намагниченного стержня.
2. Геофизическая медицина.

**Вариант 17**

1. Применение магниторазведки.
2. Методы геофизики, которые целесообразно применять для изучения закрытых, полужакрытых и открытых регионов континентов.

**Вариант 18**

1. Электромагнитные поля, используемые в электроразведке, их параметры.
2. Региональная (структурная и картировочно-поисковая) геофизика.

**Вариант 19**

1. Природа естественных электрохимических полей. «Теллурики» и «атмосферики».
2. Принцип решения прямой кинематической задачи методом отраженных волн для случая плоской наклонной границы.

**Вариант 20**

1. Электромагнитные свойства горных пород и полезных ископаемых.
2. Комплексное применение методов ГИС. Принципы комплексирования геофизических методов.

**Вариант 21**

1. Основные понятия и законы геометрической сейсмологии.
2. Рудная, нерудная и угольная геофизика.

**Вариант 22**

1. Сущность электромагнитных зондирований, профилирований и просвечиваний.
2. Экологическая геофизика.

**Вариант 23**

1. Глубинная геофизика (основы физики Земли).
2. Магнитный каротаж.

**Вариант 24**

1. Модификации установок для использования метода сопротивления, коэффициенты установок.

<p>2. Каротаж сопротивления фокусированными зондами (боковой каротаж).</p> <p><b>Вариант 25</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямая и обратная задача электроразведки.</li> <li>2. Принципы устройства и назначения аппаратуры, применяемые в радиометрии.</li> </ol> <p><b>Вариант 26</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Области применения электромагнитного зондирования и электромагнитного профилирования.</li> <li>2. Термический каротаж.</li> </ol> <p><b>Вариант 27</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип решения прямой кинематической задачи методом преломленных волн для случая плоской наклонной границы.</li> <li>2. Радиометрия (гамма и эманационная съемки).</li> </ol> <p><b>Вариант 28</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Области применения сейсморазведки.</li> <li>2. Радиометрия скважин: гамма-каротаж, гамма-гамма-каротаж, нейтронный каротаж, ядерно-магнитный каротаж.</li> </ol> <p><b>Вариант 29</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внешние и внутренние источники тепла на Земле. Параметры теплового поля Земли. Локальные и региональные тепловые потоки.</li> <li>2. Методы и область применения радиометрии.</li> </ol> <p><b>Вариант 30</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение ядерной геофизике, разделы, методы и области применения.</li> <li>2. Изучение технического состояния скважин: инклинометрия, квернметрия и профилометрия.</li> </ol> <p><b>Вариант 31</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики скважин как объекта исследования ГИС.</li> <li>2. Акустический каротаж.</li> </ol> <p><b>Вариант 32</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика естественной радиоактивности минералов, горных пород и руд.</li> <li>2. Каротаж сопротивления нефокусированными зондами.</li> </ol> <p><b>Вариант 33</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность и назначение геофизических исследований скважин.</li> <li>2. Пояснить термины: средняя скорость, интервальная скорость, пластовая скорость, эффективная скорость, кажущаяся скорость, граничная скорость.</li> </ol> <p><b>Вариант 34</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический каротаж методом потенциалов вызванной поляризации.</li> <li>2. Сейсмология.</li> </ol> <p><b>Вариант 35</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Индукционный каротаж. Диэлектрический каротаж. Микрокаротаж.</li> <li>2. Нормальное поле и аномальное гравитационное поле Земли. Поправка за промежуточный слой и за рельеф.</li> </ol>		
Задание для показателя оценивания дискриптора «Умеет»	Вид задания	Уровень сложности

<p><b>Практическое задание к вариантам 1, 13, 25</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить прямую задачу гравиразведки для шара.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 2, 14, 26</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить прямую задачу гравиразведки для вертикально расположенного цилиндра.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 3, 15, 27</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить обратную задачу гравиразведки для шара.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 4, 16, 28</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить обратную задачу гравиразведки для вертикально расположенного цилиндра.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 5, 17, 29</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить прямую задачу магниторазведки для шара.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 6, 18, 30</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить обратную задачу магниторазведки для шара.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 7, 19, 31</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить прямую задачу магниторазведки для горизонтального пласта большой мощности.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 8, 20, 32</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным решить обратную задачу магниторазведки для горизонтального пласта большой мощности.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 9, 21, 33</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным выполнить качественную интерпретацию результатов магнитных наблюдений.</p> <p><b>Практическое задание к вариантам 10, 22, 34</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным выполнить усреднение результатов магнитных наблюдений вдоль указанного преподавателем профиля.</p>	<p>практический</p>	<p>В – конструк- тивный</p>
--	---------------------	-------------------------------------

<p><b>Практическое задание к вариантам 11, 23, 35</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным определить направление, скорость и характер движения грунтовых вод.</p>		
<p><b>Практическое задание к вариантам 12, 24</b></p> <p>По предоставленным преподавателем данным построить отражающую границу методом засечек.</p>		

Задание для показателя оценивания дескриптора «Владеет»	Вид задания	Уровень сложности
<p><b>Отчеты по лабораторным работам:</b></p> <p>«Прямая задача гравirazведки для шара»;</p> <p>«Обратная задача гравirazведки для шара»;</p> <p>«Прямая задача гравirazведки для вертикального цилиндра»;</p> <p>«Обратная задача гравirazведки для вертикального цилиндра»;</p> <p>«Обработка гравитационных измерений вдоль профиля»;</p> <p>«Построение карты изоаномал по результатам площадных гравитационных измерений»;</p> <p>«Вычисление вертикальной и горизонтальной компонент магнитного поля для вертикально намагниченного шара»;</p> <p>«Решение обратной задачи магниторазведки для вертикально намагниченного шара»;</p> <p>«Вычисление вертикальной и горизонтальной компонент вектора магнитного поля для вертикально намагниченного пласта большой мощности»;</p> <p>«Решение обратной задачи магниторазведки для вертикально намагниченного пласта большой мощности»;</p> <p>«Построение карты изодинам по результатам площадных магнитных наблюдений»;</p> <p>«Усреднение результатов магнитных наблюдений вдоль профиля»;</p> <p>«Количественная интерпретация кривых ВЭЗ»;</p> <p>«Качественная интерпретация результатов исследования акваторий»;</p> <p>«Определение направления, скорости и характера движения грунтовых вод с помощью метода заряженного тела»;</p> <p>«Построение преломляющей границы способом <math>t_0(x)</math>»;</p> <p>«Построение отражающей границы методом засечек»</p>	практический	В – конструктивный

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Текущий контроль предназначен для проверки качества формирования компетенций, уровня овладения теоретическими и практическими знаниями, умениями и навыками



ками. Оценивание знаний теоретического материала по каждому разделу проводится на коллоквиуме. Умение решать практические задачи проверяется выполнением лабораторных работ по соответствующему разделу и оформлением отчета по каждой работе, также проведением контрольных работ. Владение навыками работы с практической информацией проверяется по предоставляемым студентами отчетам по лабораторным работам.

### Критерии оценивания теоретического коллоквиума

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Теоретический вопрос	ОК-6, ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по предмету.	Отлично
	ОК-6, ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.	Хорошо
	ОК-6, ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.	Удовлетворительно
	ОК-6, ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.	Неудовлетворительно

### Критерии оценивания лабораторного коллоквиума

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Теоретический вопрос по теме лабораторной работы	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой	Зачтено
		Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.	Не зачтено

## Критерии оценивания контрольных работ

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Контрольная работа	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4	Все задачи решаются полностью: приводится верное аналитическое решение, делается правильный расчет.	Отлично
		Приведены решения задач контрольной работы, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допущены ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 5–7 % от общего объема контрольной работы.	Хорошо
		Приведены решения не всех заданий контрольной работы, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты. Общая доля невыполненных заданий составляет не более 50 % от общего объема контрольной работы.	Удовлетворительно
		Решение задач неверно или вовсе отсутствует. Общая доля невыполненных заданий составляет более 50 % от общего объема контрольной работы.	Неудовлетворительно

### Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине

#### Методические рекомендации по подготовке к экзамену

*Экзамен* является итогом работы студента в течение семестра или учебного года. Чтобы успешно сдать экзамен необходимо систематически и упорно работать над освоением материала в течение всего обучения дисциплине.

Подготовка к экзамену требует определенного алгоритма действий. Прежде всего, необходимо ознакомиться с вопросами, которые выносятся на экзамен. На основе этого надо составить план повторения и систематизации учебного материала. Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать нужные учебные пособия, рекомендованную литературу. В отдельной тетради на каждый вопрос экзамена следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры).

Если отдельные вопросы программы остаются неясными, их необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.), после глубоко осознания их сути, следует заучить, повторяя несколько раз. Важнейшую информацию следует обозначать другим цветом, это помогает лучше ее запомнить.

Следует постепенно переходить от повторения материала одной темы к другой. Когда повторен и систематизирован весь учебный материал, необходимо пересмотреть его еще раз уже со своими записями, проверяя мысленно, как усвоен материал.

### Условия допуска студента к экзамену

Для того, чтобы быть допущенным к сдаче экзамена студенту необходимо выполнить следующие требования:

- 1) регулярно посещать аудиторские занятия по дисциплине (пропуск занятий не допускается без уважительной причины), в случае пропуска занятия студент должен быть готов ответить на экзамене на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 2) студент должен точно в срок сдать все письменные работы: домашние работы, отчеты по всем выполненным лабораторным работам;
- 3) выполнить контрольные работы на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;
- 4) сдать коллоквиум на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;

В билете на экзамене содержатся один теоретический вопрос и два практических задания. Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общая оценка выставляется как среднее арифметическое от оценок за выполнение теоретического и практических заданий, оцениваемых по следующей схеме:

### Критерии оценивания экзамена

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Теоретический вопрос	ОК-6, ОК-7, ОПК-3, ПК-1, ПК-3	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий	Отлично
		Студент показывает, что он усвоил материал, последовательно и логично его излагает, но при ответе допускает незначительные неточности.	Хорошо
		Студент показывает недостаточное усвоение материала, непоследовательно его излагает, при ответе допускает существенные неточности.	Удовлетворительно
		Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.	Неудовлетворительно
Практическое задание №1	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и	Отлично

		другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое нестандартное решение. Все задачи решает полностью: приводит верное аналитическое решение, делается правильный расчет.	
		Студент показывает, что он усвоил материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с практическими задачами, но может допускать небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допускать ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 5–7 % от общего объема задания.	Хорошо
		Студент показывает недостаточное усвоение материала, плохо увязывает теорию с практикой, допускает ошибки при использовании законов, формул, выводе аналитических выражений и расчетов.	Удовлетворительно
		Решения практических заданий приведены неверно или вовсе отсутствуют.	Неудовлетворительно
Практическое задание №2	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-3, ПК-4	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое нестандартное решение. Все задачи решает полностью: приводит верное аналитическое решение, делается правильный расчет.	Отлично
		Студент показывает, что он усвоил материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с практическими задачами, но может допускать небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допускать ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 5–7 % от общего объема задания.	Хорошо
		Студент показывает недостаточное усвоение материала, плохо увязывает теорию с практикой, допускает ошибки при использовании законов, формул, выводе аналитических выражений и расчетов.	Удовлетворительно

		Решения практических заданий приведены неверно или вовсе отсутствуют.	Неудовлетворительно
--	--	---	---------------------