

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.1 Горная геофизика

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы
по специальности**

**21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»**

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – специалитет

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

горный инженер (специалист)

квалификация

очная

форма обучения

2019

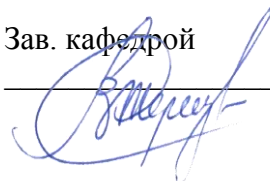
год набора

Составитель:

Бекетова Е.Б., к.т.н., доцент кафедры
горного дела, наук о Земле и
природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного
дела, наук о Земле и природообустройства
(протокол № 9 от «30» мая 2019 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины «Горная геофизика» является формирование у студентов необходимого уровня знаний об основах геофизических методов, которые широко используются для исследования скважин геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, а также для информационного обеспечения горных работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- роль горной геофизики в решении задач информационного обеспечения горных работ;
- геофизические методы контроля, использующие геофизические поля;
- специфические особенности проведения геофизических исследований в условиях горных предприятий;
- сущность комплексирования геофизических методов.

Уметь:

- выбрать методы проектирования и организации геофизических работ на горных предприятиях.

Владеть:

- методами геофизического мониторинга на месторождениях полезных ископаемых;
- геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

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

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Данная дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 образовательной программы по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализация №1 «Физические процессы горного производства».

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Геология», «Горно-

промышленная экология», «Материаловедение», «Физика горных пород», «Геомеханика», «Арктиковедение».

В свою очередь, дисциплина «Горная геофизика» представляет собой методологическую базу для изучения дисциплин: «Маркшейдерия», «Средства передачи и обработки информации», «Геомеханическое обеспечение горных и горностроительных работ» и др.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа.
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
3	5	4	144	16	16	-	32	8	76	-	36	экзамен
Итого:		4	144	16	16	-	32	8	76	-	36	экзамен

В интерактивной форме часы используются в виде заслушивания и обсуждения, подготовленных студентами практических работ по тематике дисциплины.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1.	Введение	2			2		6	
2.	Предмет горной геофизики	2			2		10	
3.	Методы гравиметрии	2	4		6	2	10	
4.	Методы магнитометрии	2	4		6	2	10	
5.	Электромагнитные методы	2	4		6	1	10	
6.	Сейсмические, акустические и ультразвуковые методы	2	4		6	3	16	
7.	Ядерно-физические и термометрические методы	2			2		14	
	Всего	16	16		32	8	76	
	Экзамен							36
	Итого	16	16		32	8	76	36

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Геофизика как наука. Горная геофизика и ее роль в решении задач информационного обеспечения горных работ.

Тема 2. Предмет горной геофизики. Основные задачи, решаемые геофизическими методами при подземной и открытой добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений. Сущность комплексирования геофизических методов.

Тема 3. Методы гравиметрии. Точность измерения. Понятие, разновидности и классификация гравиметрической съемки. Методика съемки и последовательность операций. Опорные и рядовые сети наблюдений. Интерпретация данных гравиметрии. Основные приемы выделения гравитационных аномалий. Решение прямой и обратной задач гравиметрии. Роль гравиметрии в горной геофизике. Комплексирование гравиметрических методов с другими методами геофизики.

Тема 4. Методы магнитометрии. Магнитные вариации и учет их при магнитометрических измерениях. Классификация магнитометрических измерений и магнитометрической аппаратуры. Основные типы и устройство магнитометров. Классификация и параметры магнитных съемок. Особенности проведения магнитных измерений в различных горно-технических условиях. Качественная и количественная интерпретация данных магнитных измерений. Методика выделения магнитных аномалий. Решение прямой и обратной задач магнитометрии. Простейшие примеры по решению прямой задачи количественной интерпретации. Задачи, решаемые магнитными методами в практике горной геофизики.

Тема 5. Электромагнитные методы. Способы измерения разности потенциалов: компенсационный, автокомпенсационный, гальванический, компарационный, прямой. Примеры электрометрической аппаратуры. Классификация методов, интерпретация результатов измерений методом сопротивлений. Двухслойные и трехслойные теоретические кривые ВЭЗ. Качественная и количественная интерпретация результатов ВЭЗ. Построение геоэлектрического разреза. Интерпретация данных электрического профилирования.

Методы переменного тока. Возбуждение переменного поля. Измерение компонент поля. Источники переменного поля. Разновидности методик измерений. Частотное зондирование. Зондирование становлением электромагнитного поля. Индуктивные методы. Метод радиопросвечивания. Метод радиокип. Методы естественных электрических полей.

Методы постоянных естественных электрических полей. Магнитотеллурические методы. Методики проведения измерений. Интерпретация результатов измерений. Задачи, решаемые электромагнитными методами.

Тема 6. Сейсмические, акустические и ультразвуковые методы. Сейсмическая аппаратура. Методика измерений с использованием малоканальных сейсмических станций. Интерпретация сейсмической информации. Основные принципы корреляции волн. Методики определения эффективной скорости по годографам отраженных и преломленных волн. Построение сейсмических границ в слоисто-однородных средах. Примеры применения сейсмических методов в горной геофизике. Излучение и прием акустических и ультразвуковых колебаний. Акустическое и ультразвуковое прозвучивание и каротаж. Ультразвуковая аппаратура. Интерпретация ультразвуковых измерений. Акустическая эмиссия. Физические причины и источники акустической эмиссии. Методика регистрации акустической эмиссии. Интерпретация результатов измерений. Принципы определения и исследования структурных неоднородностей акустическими и ультразвуковыми методами. Примеры применения акустических и ультразвуковых методов в горной геофизике.

Тема 7. Ядерно-физические и термометрические методы. Классификация радиоактивных аномалий. Полевые наблюдения и интерпретация результатов измерений в радиометрии. Особенности измерений гамма-излучения в горных выработках. Задачи, решаемые радиометрическими методами. Ядерно-физические методы. Взаимодействие

гамма-излучения и нейтронного излучения с горной породой. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Разновидности ядерно-физических методов.

Термометрические методы. Тепловые свойства горных пород и массива. Термические методы для изучения естественного температурного поля. Разновидности способов термометрии. Термометрическая аппаратура. Скважинные электротермометры. Тепловизоры. Область применения в горной геофизике.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Основная литература:

1. Геофизика. Учебник / Под ред. В.К.Хмелевского. 3-е изд. – М.: КДУ, 2012. - 320 с.
2. Хмелевской, В.К. Геофизические методы исследования земной коры. Кн. 1. Методы прикладной и скважинной геофизики. - Дубна: Межд. унив. природы, общества и человека "Дубна", 1997. - 276 с.
3. Хмелевской, В.К. Геофизические методы исследования земной коры. Кн. 1. Региональная, разведочная, инженерная и экологическая геофизика. - Дубна: Межд. унив. природы, общества и человека "Дубна", 1999. - 184 с.

Дополнительная литература:

4. Трухин, В.И. Общая и экологическая геофизика. Учебник / В.И. Трухин, К.В. Показеев, В.Е. Куницын. - М.: Физматлит, 2005. - 576 с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория физики горных пород и процессов горного производства.

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:

1. Электронная база данных Scopus;
2. «Университетская библиотека online» – электронная библиотечная система – <http://biblioclub.ru/>
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – <http://window.edu.ru/>;
4. Информационный портал "Студенту вуза" – <http://studentu-vuza.ru/>.

7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

Приложение 1 к РПД «Горная геофизика»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2019

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

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Горная геофизика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2019

1. Методические рекомендации

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, решения задач и выполнение практических работ.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции и практические работы.

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

В учебном процессе, помимо чтения лекций, используются интерактивные формы (устный опрос, тестирование, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к

основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

1.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Подготовка к практическим занятиям состоит в проработке соответствующего теоретического материала, решении индивидуальных задач.

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и материалы правоприменительной практики;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе выполнения практической работы давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждое задание до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин) или не подготовившимся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по выполнению заданий. Следующее практическое задание выдается только после защиты предыдущего.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

1.3. Методические рекомендации по подготовке к устному опросу

Устный опрос – наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном контроле устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.

Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, устный опрос имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно ответить на поставленный вопрос. Можно дать следующие методические рекомендации:

- студент должен изучить лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов;
- обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины;
- выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

Тема и вопросы устного опроса доводятся до студентов заранее. Эффективность подготовки студентов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой.

В среднем, подготовка к устному опросу занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы.

1.4. Методические рекомендации для занятий в интерактивной форме

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются интерактивные формы (в целях выработки навыков применения теории при анализе реальных проблем, обсуждение отдельных разделов дисциплины, консультации). В

сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, задачи, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

В курсе изучаемой дисциплины «Горная геофизика» в интерактивной форме часы используются в виде: заслушивания и обсуждения подготовленных студентами практических работ по тематике дисциплины.

Тематика занятий с использованием интерактивных форм

№ п/п	Тема	Интерактивная форма	Часы, отводимые на интерактивные формы	
			лекции	Практические занятия
1	Методы гравиметрии	Практическая работа		2
2	Методы магнитометрии	Практическая работа		2
3	Электромагнитные методы	Практическая работа		1
4	Сейсмические, акустические и ультразвуковые методы	Практическая работа		3
ИТОГО:			8 часов	

1.5. Методические рекомендации по подготовке и оформлению реферата

Реферат – письменная работа объемом 12-15 печатных страниц, выполняемая студентом в течение от одной недели до месяца. Реферат – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Реферат отвечает на вопрос – что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат – не механический пересказ работы, а изложение ее существа. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата предложить преподаватель или сам студент, в последнем случае она должна быть согласованна с преподавателем.

В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферируемого произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена. Функции реферата:

- информативная (ознакомительная);
- поисковая; справочная;
- сигнальная;
- индикативная;
- адресная коммуникативная.

Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата, а также от того, кто и для каких целей их использует.

Требования к языку реферата: он должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой. Структура реферата:

- Титульный лист (см. образец ниже).
- Содержание, в котором указаны названия всех разделов реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата;
- Введение. Объем введения составляет 1-1.5 страницы.

– Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифровой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.

– Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.

– Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.

– Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания. Библиографический список составляется в алфавитном порядке или в порядке упоминания источника. Список использованных источников должен быть составлен единообразно. Каждый источник отражается в списке в порядке его упоминания в тексте арабскими цифрами.

Номера литературных источников в тексте заключаются в квадратные скобки.

Пример.

В физике известна функция $M(u, h)$, определяющая так называемое число Маха, зависящее от скорости самолета u и от высоты полета h [2].

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность – смысловую законченность текста.

План реферата.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану – мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения. Все научные работы – от реферата до докторской диссертации – строятся по этому плану, поэтому важно с самого начала научиться придерживаться данной схемы.

Требования к введению.

Введение – начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении. Во введении аргументируется актуальность исследования, – т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата.

Основная часть реферата.

Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса.

Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов – компиляции.

Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может

быть составлен с использованием различных методов группировки материала: классификации (эмпирические исследования), типологии (теоретические исследования), периодизации (исторические исследования).

Заключение.

Заключение – последняя часть научного текста. В ней краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования. Здесь же могут намечаться и дальнейшие перспективы развития темы. Небольшое по объему сообщение также не может обойтись без заключительной части – пусть это будут две-три фразы. Но в них должен подводиться итог проделанной работы.

Список литературы.

Реферат любого уровня сложности обязательно сопровождается списком используемой литературы. Названия книг в списке располагают по алфавиту с указанием выходных данных использованных книг.

Требования, предъявляемые к оформлению реферата.

Текст курсовой работы следует набирать на компьютере и печатать на принтере. Допускается машинописное и рукописное оформление. Цвет печати (письма) – черный, синий, фиолетовый.

Текст работы выполняется на стандартной белой односторонней бумаге формата А4 размером 210×297 мм только с одной стороны. Поля слева должны быть 3 см, справа – 1.5 см, верхнее – 2 см и нижнее – 2.5 см. Рекомендуется использовать текстовый редактор Word, шрифт – Times New Roman размером 12 с полуторным интервалом. Контур буквы и знаков должны быть без ореола и расплывающейся краски. Насыщенность букв должна быть ровной в пределах всей работы. Абзац должен начинаться на расстоянии (табуляции) 1.27 см от левого края страницы.

При рукописном оформлении необходимо выдерживать требования по размеру полей.

Таблицы и иллюстрации при необходимости можно изготовить на листах формата А1 – А3 и подшить в сложенном виде в приложения.

Если в тексте есть ссылки на формулы, таблицы, рисунки, то им необходимо присвоить порядковые номера арабскими числами в круглых скобках. Причем, первое число обозначает номер главы, а второе число – например, номер формулы, рисунка, таблицы в пределах главы.

Опечатки и графические неточности можно исправлять подчисткой, закрашиванием белой краской или заклеиванием полосками белой бумаги с новым текстом. На одной странице допускаются не более пяти исправлений.

Об особенностях языкового стиля реферата.

Для написания реферата используется научный стиль речи. В научном стиле легко ощутимый интеллектуальный фон речи создают следующие конструкции:

- Предметом дальнейшего рассмотрения является...
- Остановимся прежде на анализе последней.
- Эта деятельность может быть определена как...
- С другой стороны, следует подчеркнуть, что...
- Это утверждение одновременно предполагает и то, что...
- При этом ... должно (может) рассматриваться как ...
- Рассматриваемая форма...
- Ясно, что...
- Из вышеприведенного анализа... со всей очевидностью следует...
- Довод не снимает его вопроса, а только переводит его решение...
- Логика рассуждения приводит к следующему...
- Как хорошо известно...
- Следует отметить...
- Таким образом, можно с достаточной определенностью сказать, что ...

Опускаются малоинформативные части сложного предложения, в сложном предложении упрощаются союзы. Например:

Не следует писать	Следует писать
Ми видим, таким образом, что в целом ряде случаев...	Таким образом, в ряде случаев...
Имеющиеся данные показывают, что...	По имеющимся данным
Представляет собой	Представляет
Для того чтобы	Чтобы
Сближаются между собой	Сближаются
Из таблицы 1 ясно, что...	Согласно таблице 1.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет» в
г. Апатиты**

Кафедра горного дела, наук о Земле и природообустройства

Дисциплина: _____

Реферат

на тему: _____

Выполнил(а): _____
Ф.И.О. студента (ки)

курс, группа,
специальность

Научный руководитель _____
Ф.И.О.

г. Апатиты
201____год

1.6. Методические рекомендации по подготовке опорного конспекта

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо иметь полный конспект лекций, прочитанных в аудиторские часы и тем, теоретического материала, освоивших обучающимися самостоятельно.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

1.7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Преподаватель может принимать экзамен только в том случае, если студент допущен к экзамену. Ведомость преподавателю передает специалист кафедры.

На экзамене обучающийся должен представить зачетную книжку. Если обучающийся не имеет при себе зачетной книжки, экзаменатор не имеет права принимать экзамен.

В экзаменационной ведомости и зачетной книжке экзаменатор должен записать результат экзамена и поставить свою подпись.

Обучающемуся, сдающему экзамен, должно быть дано время, достаточное для тщательной подготовки ответа. Как правило, для подготовки ответов на зачете студент должен иметь не менее 30 минут, но не более часа.

При подготовке ответов на экзамене студент имеет право пользоваться программой по данному предмету.

Во время сдачи экзамена студент не имеет права пользоваться учебником, учебным пособием, конспектом, каким-либо источником.

Пользование «шпаргалками» должно повлечь за собой безусловное удаление студента с экзамена с выставлением оценки «неудовлетворительно» в экзаменационной ведомости.

Студенту должна быть предоставлена возможность полностью изложить свои ответы. Не рекомендуется прерывать студента, за исключением случаев, когда он отвечает не на тот вопрос, который ему задан, или когда он сразу же допускает грубую ошибку. Преподаватель может также прервать студента, если сказанного им достаточно, чтобы вполне положительно оценить его знания.

Не следует часто поправлять отвечающего, учитывая, что некоторые студенты утрачивают уверенность от замечаний преподавателя, которые он делает по ходу экзамена, что сказывается на качестве их ответов.

Экзаменатор задает дополнительные вопросы после того, как студент закончит ответ по данному вопросу, или по окончании ответов на все вопросы билета. Дополнительные вопросы должны быть поставлены четко и ясно. При выставлении оценок экзаменатор принимает во внимание не столько знание материала, часто являющееся результатом механического запоминания прочитанного, сколько умение ориентироваться в нем, логически рассуждать, а равно применять полученные знания к практическим вопросам. Важно также учесть форму изложения.

Попытки отдельных студентов выпрашивать повышение оценок следует корректно, но решительно пресекать.

Качество учебной работы обучающихся преподаватель оценивает с использованием критериев и шкалы оценивания (см. Приложение 2).

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

1.8. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ.

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

2. Планы практических занятий

Занятие 1. Устройство гравиметра. Обработка результатов гравитационных наблюдений и построение карты изоаномал. (4 часа)

План:

1. Познакомится с устройством и работой гравиметра.
2. Обработка результатов гравитационных наблюдений вдоль профиля.

Литература: [1, с. 20-41],

Вопросы для самоконтроля

1. Гравитационный метод: определение, измеряемое физическое поле Земли, понятия «плотностная неоднородность и «эффективная плотность», единицы измерения.
2. Структура гравитационного поля Земли: нормальное поле, редукции (поправки), аномальное поле.
3. Гравитационная аппаратура: классы, принцип действия и основные характеристики.
4. Методика гравиразведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, система обхода точек наблюдения, гравитационный рейс, контрольные наблюдения и точность съемки.
5. Теория интерпретации аномалий силы тяжести: прямая задача гравиразведки и методы ее решения, обратная задача гравиразведки.
6. Основные типы гравитационных аномалий.
7. Основные выводы из решений прямой и обратной задач гравиразведки.
8. Условия применения гравиразведки.
9. Геологические примеры применения гравиразведки (с обоснованием).

Задание для самостоятельной работы

1. Построить карты изоаномал по результатам площадных гравитационных наблюдений.

Занятие 2. Устройство магнитометра. Обработка результатов магнитных наблюдений и построение карты изодинам (4 часа)

План:

1. Познакомится с устройством и работой магнитометра.
2. Обработка результатов магнитных наблюдений.

Литература: [1, с. 42-62].

Вопросы для самоконтроля

1. Магнитный метод: определение, измеряемое физическое поле Земли, понятия «магнитная неоднородность и «эффективная магнитная восприимчивость», единицы измерения.
2. Структура магнитного поля Земли: нормальное поле и аномальное поле.

3. Вариации магнитного поля Земли.
 4. Магнитная аппаратура (ферромагнитная, протонная, квантовая), принцип действия и основные характеристики.
 5. Методика магниторазведочных работ: определение, тип съемки, проектная точность, система точек наблюдения, масштаб съемки, система обхода точек наблюдения, магнитный рейс, учет вариаций магнитного поля, контрольные наблюдения и точность съемки.
 6. Теория интерпретации магнитного поля: прямая задача и методы ее решения, обратная задача.
 7. Геологические примеры применения магниторазведки (с обоснованием).
- Задание для самостоятельной работы*
1. Построение карты изодинам по результатам площадных магнитных наблюдений.

Занятие 3. Определение направления движения подземного потока и его скорости с помощью метода заряженного тела (2 часа)

План:

1. Используя данные, в соответствии с заданным вариантом n , пересчитать значения R в столбцах по формуле $R = R + 0,1 \cdot n$. Построить схему смещений изолиний потенциала.
2. Рассчитать $\Delta R = r_i - r_{i-1}$ и заполнить соответствующую графу в таблице, затем, используя полученные результаты, визуализировать материалы в виде азимутального графика смещения изолиний.

Литература: [1, с. 63-108].

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация методов электроразведки по природе ЭМ полей и месту проведения работ.
2. Удельное электрическое сопротивление горных пород, другие ЭМ свойства.
3. Метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ).
4. Методы постоянного тока: ДЭЗ, ЭП, МЗТ.
5. Геологические задачи, решаемые методами электроразведки.

Задание для самостоятельной работы

1. Провести 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.

Занятие 4. Расчет электрических параметров геоэлектрического многослойного разреза (2 часа)

План:

1. Вычислить суммарную продольную проводимость S_l и среднее продольное удельное сопротивление ρ_l для шести слоев, один из которых содержит пласт нефти, а второй – пласт воды.
2. Вычислить суммарное поперечное удельное сопротивление T и среднее поперечное удельное сопротивление ρ_n приведенных разрезов.

Найти коэффициент анизотропии λ и средние интегральные характеристики слоистой толщи ρ_m и h_m .

Литература: [1, с. 63-108].

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое анизотропия, где она проявляется?
2. Среда с осевой анизотропией.
3. Параметры электрической анизотропии.

4. Геоэлектрический разрез.

Задание для самостоятельной работы

1. Дать сравнительный анализ вычисленных параметров S_l , T , ρ_l , ρ_n , ρ_m , и λ для разрезов с пластами нефти и воды, количественно (в %) оценить расхождение этих параметров.

Занятие 5. Построение годографов сейсмических волн (4 часа)

План:

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

2. Для преломленной волны рассчитать критический угол i , координаты начальных точек годографа x , и координаты x_c .

3. Для отраженной волны рассчитать координату минимума годографа $x_{\min}$.

4. По данным расчетов построить годографы прямой, отраженной и преломленных волн.

5. По годографу прямой волны определить скорость в покрывающем слое V_1 . По годографу преломленной волны определить кажущуюся скорость V_k , из закона Бендорфа получить значение скорости V_2 . Для отраженной волны определить t_0 время пробега волны в точке $x=0$.

Литература: [1, с. 109-163].

Вопросы для самоконтроля

1. Годографы прямой, отраженной и преломленной волн.
2. Линейный годограф отраженной волны.
3. Параметры модели среды.

Задание для самостоятельной работы

1. Отчет должен содержать: название работы, исходные данные, основные формулы с пояснениями, результаты расчетов, годографы сейсмических волн, выводы..

Приложение 2 к РПД «Горная геофизика»
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
специализация №1 «Физические процессы горного производства»
Форма обучения – очная
Год набора - 2019

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

1. Общие сведения

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
3.	Специализация	№1 «Физические процессы горного производства»
4.	Дисциплина (модуль)	Горная геофизика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2019

2. Перечень компетенций

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

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

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

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

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

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Устный опрос

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

4.2. Практическая работа

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

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

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

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

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

4.3. Реферат

Баллы	Характеристики ответа студента
5	— студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; — уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; — опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; — умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; — делает выводы и обобщения; — свободно владеет понятиями
4	— студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; — не допускает существенных неточностей; — увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; — аргументирует научные положения; — делает выводы и обобщения; — владеет системой основных понятий
3	— тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; — допускает несущественные ошибки и неточности; — испытывает затруднения в практическом применении знаний; — слабо аргументирует научные положения; — затрудняется в формулировании выводов и обобщений; — частично владеет системой понятий
2	— студент не усвоил значительной части проблемы; — допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; — испытывает трудности в практическом применении знаний; — не может аргументировать научные положения; — не формулирует выводов и обобщений; — не владеет понятийным аппаратом

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

5.1. Типовые вопросы к устному опросу

1. На какие методы подразделяются все геофизические исследования?

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

2. Что такое морская геофизика?

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

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

5.2. Примерные темы рефератов

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

5.3. Типовой пример практической работы

Построение годографов сейсмических волн

Теоретическая часть

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

Уравнение продольного годографа прямой волны имеет вид

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

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

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

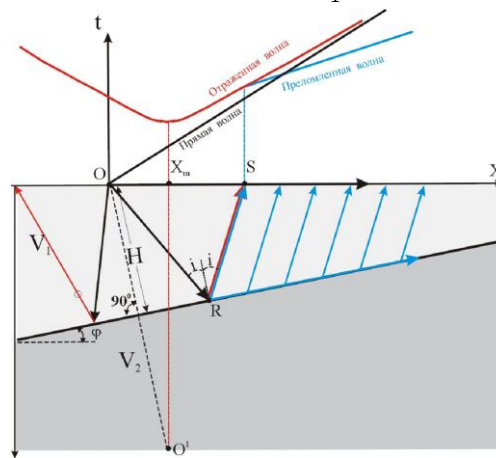


Рисунок 1 – Годографы сейсмических волн в случае наклонной границ раздела

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

Уравнение годографа отраженной волны в случае наклонной отражающей границы имеет вид

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

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

Линейный годограф отраженной волны имеет вид гиперболы.

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

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

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

Годограф отраженной волны асимптотически приближается к прямолинейному годографу прямой волны.

Уравнение годографа преломленной волны для наклонной преломляющей границы имеет вид

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

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

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

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

Ветви годографа имеют угловые коэффициенты

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

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

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

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

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

Начальные точки годографа имеют координаты

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

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

Задание

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

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

2. Результаты расчетов представить в виде таблицы

Таблица – Времена прихода сейсмических волн

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

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

5.4. Вопросы к экзамену

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

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

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

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

(код, направление, профиль)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		Б1.В.ОД.1					
Дисциплина		Горная геофизика					
Курс	3	семестр	5				
Кафедра	горного дела, наук о Земле и природообустройства						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность			Бекетова Елена Борисовна, к.т.н., доцент				
кафедры горного дела, наук о Земле и природообустройства							
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}		144/4	Кол-во семестров	2	СРС _{общ./тек. сем.м.}	48/48	
ЛК _{общ./тек. сем.}	44/44	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	8/8	ЛБ _{общ./тек. сем.}	8/8	Форма контроля	Экзамен

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

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

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

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