

Гравиразведка

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Геофизики**

Учебный план **zs210503_20_ZRF20plx**
Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Квалификация **Горный инженер - геофизик**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **0** Виды контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия **0**
самостоятельная работа **0**

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
Иные виды контактной работы	5,85	5,85	5,85	5,85
Итого ауд.	17,85	17,85	17,85	17,85
Контактная работа	17,85	17,85	17,85	17,85
Сам. работа	117,15	117,15	117,15	117,15
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	144	144	144	144

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цель дисциплины «Гравиразведка» – ознакомление студентов с
1.2	теоретическими и методическими основами гравиметрического метода
1.3	поиска и разведки полезных ископаемых.
1.4	В современном мире в условиях не снижающейся потребности
1.5	общества в минеральном сырье все большую остроту приобретают методы,
1.6	обеспечивающие более точный поиск и идентификацию различных видов
1.7	минерального сырья, к которым относятся методы «Гравиразведки».
1.8	Поэтому изучение дисциплины «Гравиразведка» следует
1.9	рассматривать как важнейшую и неотъемлемую часть теоретической
1.10	подготовки студентов профиля «Геофизика».
1.11	Целями и задачами курса являются:
1.12	– получение сведений о нормальных и аномальных гравитационных
1.13	полях, о законе тяготения для точечных масс;
1.14	– знакомство со способами измерения гравитационного поля;
1.15	– изучение устройства основных приборов, используемых в
1.16	гравиразведке;
1.17	– знакомство с методиками регистрации гравитационного поля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Разведочная геофизика
2.1.2	Физика горных пород
2.1.3	Введение в специализацию
2.1.4	Физика (доп. главы)
2.1.5	Литология
2.1.6	Теория функций комплексного переменного
2.1.7	Физика
2.1.8	Теория поля
2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Теоретические основы обработки геофизической информации
2.2.2	Физика Земли
2.2.3	Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых
2.2.4	Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий
2.2.5	Комплексирование геофизических методов
2.2.6	Аэрогеофизика
2.2.7	Государственная итоговая аттестация
2.2.8	Экологическая геофизика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПСК-1.2: способностью применять знания о современных методах геофизических исследований

Знать:	
Уровень 1	теорию гравитационного поля Земли, методику проведения гравиметрических наблюдений
Уровень 2	теорию гравитационного поля Земли, методику проведения гравиметрических наблюдений на среднем уровне
Уровень 3	теорию гравитационного поля Земли, методику проведения гравиметрических наблюдений на высоком уровне
Уметь:	
Уровень 1	проектировать гравиметрические наблюдения, сеть, точность съемки на базовом уровне
Уровень 2	проектировать гравиметрические наблюдения, сеть, точность съемки на среднем уровне
Уровень 3	проектировать гравиметрические наблюдения, сеть, точность съемки на высоком уровне; оперативно

	вносить изменения в методику в меняющихся горно-геологических условиях
Владеть:	
Уровень 1	навыками проектирования гравиметрических наблюдений на базовом уровне
Уровень 2	навыками проектирования гравиметрических наблюдений на среднем уровне
Уровень 3	навыками проектирования гравиметрических наблюдений на высоком уровне

ПСК-1.4: способностью профессионально эксплуатировать современное геофизическое оборудование, оргтехнику и средства измерения

	Знать:
Уровень 1	принципы измерения силы тяжести; устройство гравиметров на базовом уровне
Уровень 2	принципы измерения силы тяжести в различных условиях; устройство гравиметров на среднем уровне
Уровень 3	принципы измерения силы тяжести в различных условиях; устройство гравиметров, вариометром и градиентометров на высоком уровне

Уметь:

Уровень 1	составлять описание технологии проведения гравиметрической съемки с учетом горно-геологических особенностей территории на базовом уровне
Уровень 2	составлять описание технологии проведения гравиметрической съемки с учетом горно-геологических особенностей территории на среднем уровне
Уровень 3	составлять описание технологии проведения гравиметрической съемки во взаимосвязи с другими геофизическими методами с учетом горно-геологических особенностей территории

Владеть:

Уровень 1	навыками разбиения гравиметрической сети и проведения гравиметрической съемки на базовом уровне
Уровень 2	навыками разбиения гравиметрической сети и проведения гравиметрической съемки на среднем уровне
Уровень 3	навыками разбиения гравиметрической сети и проведения гравиметрической съемки на высоком уровне

ПСК-1.7: способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов

Знать:

Уровень 1	теорию решения прямых и обратных задач гравиразведки
Уровень 2	теорию решения прямых и обратных задач гравиразведки на среднем уровне
Уровень 3	теорию решения прямых и обратных задач гравиразведки на высоком уровне

Уметь:

Уровень 1	решать прямые и обратные задачи с применением современных интерпретационных алгоритмов
Уровень 2	решать прямые и обратные задачи с применением современных интерпретационных алгоритмов на среднем уровне
Уровень 3	решать прямые и обратные задачи с применением современных интерпретационных алгоритмов на высоком уровне

Владеть:

Уровень 1	навыками написания алгоритмов решения прямых и обратных задач
Уровень 2	навыками написания алгоритмов решения прямых и обратных задач на среднем уровне
Уровень 3	навыками написания алгоритмов решения прямых и обратных задач на высоком уровне

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	теорию гравитационного поля Земли, методику проведения гравиметрических наблюдений;
3.1.2	принципы измерения силы тяжести; устройство гравиметров;
3.1.3	теорию решения прямых и обратных задач гравиразведки
3.2	Уметь:
3.2.1	проектировать гравиметрические наблюдения, сеть, точность съемки;
3.2.2	составлять описание технологии проведения гравиметрической съемки с учетом горно-геологических особенностей территории;
3.2.3	решать прямые и обратные задачи с применением современных интерпретационных алгоритмов
3.3	Владеть:
3.3.1	проектирования гравиметрических наблюдений;
3.3.2	разбиения гравиметрической сети и проведения гравиметрической съемки;
3.3.3	написания алгоритмов решения прямых и обратных задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инспект.	Примечание
	Раздел 1. Основы теории потенциала притяжения						
1.1	Потенциал притяжения, его связь с силой притяжения и физический смысл. Понятие о прямой задачи гравиметрии. Свойства потенциала притяжения для внешней области и для внутренних точек /Лек/	3	2	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
1.2	Знакомство с устройством гравиметра ГНУ-КВ /Лаб/	3	1	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.4	0	
1.3	Обработка результатов измерений с гравиметрами ГНУ-КВ /Лаб/	3	1	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.4	0	
1.4	Физический смысл производных потенциала притяжения. Аналитические выражения для первых и вторых производных в различных системах координат. Понятие об уровенной поверхности и ее связь с силой притяжения /Ср/	3	20	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
1.5	Роль и значение для развития гравиметрии Л.Сорокина, В. Федынского, К.Веселова, В.Страхова /Ср/	3	8	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
1.6	Разложение потенциала силы тяжести в ряд по сферическим функциям. /Ср/	3	8	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
	Раздел 2. Нормальное поле Земли и аномалии гравитационного поля						
2.1	Нормальная и аномальная плотность; модель нормальной Земли; потенциал ускорения силы тяжести для нормальной Земли; нормальный сферионд и аномалии геоида; модели нормального поля Земли; аномалии Фая и Буге; вычисление поправки за влияние рельефа; приливные вариации гравитационного поля; изостазия и аномальное поле литосферы Земли; Мировая гравиметрическая сеть. Национальная опорная сеть. Опорная и рядовая сети съемки. Требование к точности топографического обеспечения съемки. Основные системы наблюдений при измерениях на опорной сети /Лек/	3	2	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	

2.2	Измерение ускорения силы тяжести в движении. Принципы измерения элементов гравитационного поля на подвижном основании. Возмущающие ускорения и наклоны. Способы их учета. Эффект Этвеша и его учет. Особенности маятникового метода измерения ускорения силы тяжести в движении. Измерение силы тяжести в движении с помощью гравиметров. Основные типы набортных гравиметров. Особенности методики измерений ускорения силы тяжести на море и в воздухе. Площадные и профильные съемки. Топографическое обеспечение морской и аэрогравиметрической съемки. /Ср/	3	20	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.8	0	
2.3	Классификация способов измерения ускорения силы тяжести. Абсолютные и относительные определения ускорения силы тяжести. Маятниковый способ измерения ускорения силы тяжести. Баллистический способ определения ускорения силы тяжести и его основные варианты. Измерение ускорения силы тяжести по частоте колебаний нагруженной струны. Спутниковые методы изучения гравитационного поля. Измерение горизонтальных градиентов и кривизны с помощью крутильной упругой системы. Возможности измерения вертикального градиента. Перспективы развития вариометрии /Ср/	3	20	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
2.4	Особенности редуцирования силы тяжести на море /Ср/	3	16	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9	0	
	Раздел 3. Понятие прямой и обратной задачи гравиразведки						
3.1	Основы интерпретации аномалий силы тяжести. Понятие прямой и обратной задачи гравиразведки, Эквивалентность и неединственность обратных задач, понятие о корректных и некорректных задачах гравиразведки. Гравитационные эффекты простых моделей - шара, материального стержня, диска кругового цилиндра, параллелепипеда и др. Графические методы решения прямой задачи с помощью палеток. /Лек/	3	2	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.7 Л2.3 Л2.6	0	
3.2	Решение прямой задачи гравиразведки палеточными методами /Лаб/	3	2	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.7 Л2.3 Л2.6	0	
3.3	Аппроксимационные способы решения прямой задачи от сложных распределений плотности. Применение ЭВМ при решении прямой задачи гравиразведки /Ср/	3	12	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.7 Л2.3 Л2.6	0	
	Раздел 4. Геологические задачи, решаемые гравиразведкой						

4.1	Исследование глубинного строения литосферы. Изучение тектоники и стратиграфии кристаллического фундамента. Изучение структуры осадочного комплекса. Рудные поиски и разведка. Нефтегазовые задачи /Лек/	3	2	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.5 Л2.2 Л2.1	0	
4.2	Особенности применения гравиразведки при решении инженерно-геологических, технических и экологических задач. Картирование карстовых проявлений, контроль за разработкой нефтегазовых месторождений, мониторинг ПХГ и др. /Ср/	3	13,15	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7	Л1.1 Л1.3 Л1.2Л2.9 Л2.5 Л2.2 Л2.1	0	
4.3	Курсовой проект /ИВКР/	3	3	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7		0	
4.4	Консультации к экзамену. Экзамен /ИВКР/	3	2,85	ПСК-1.2 ПСК-1.4 ПСК-1.7		0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Список вопросов к экзамену:

- Исторические сведения развития гравиразведки.
- Физические основы гравиразведки. Избыточная плотность, дефект плотности. Пределы изменения плотности горных пород. Избыточные массы. Влияние геометрических характеристик аномальных тел на величину и характер гравитационных полей.
- Теоретические основы гравиразведки. Закон всемирного тяготения Ньютона. Единицы измерения силы тяжести и градиентов силы тяжести. Двойственная природа единиц измерения силы тяжести.
- Потенциал силы притяжения и его свойства, физическая сущность. Возможности потенциала притяжения для изучения глубинного строения Земли. Гармонические свойства потенциала притяжения и важность этих свойств для гравиразведки.
- Потенциал и его производные для сферической поверхности, шарового слоя и шара для внешних и внутренних областей. Понятие о прямой задаче гравиразведки. Физическая сущность потенциала силы притяжения.
- Логарифмический потенциал и его производные. Физический смысл, двумерные модели.
- Решение прямой задачи гравиразведки для тел простой формы. Геологические аналоги тел простой формы.
- Вторые производные потенциала силы притяжения, единицы измерения, физический смысл.
- Сила тяжести и ее потенциал, связь силы тяжести с физическими параметрами и внутренним строением Земли, ее вариации во времени и пространстве.
- Понятие о нормальном поле силы тяжести Земли. Определение геоида. Подходы к выводу формул нормального значения силы тяжести.
- Разложение потенциала силы тяжести Земли в ряд по сферическим функциям. Вычисление поверхности геоида. Соотношение между физической поверхностью, геоидом и референц-эллипсоидом. Формулы нормального значения силы тяжести. Международная модель Земли и ее параметры.
- Приливные, вековые и техногенные вариации силы тяжести.
- Редукции силы тяжести: Прея, Фая, Буге.
- Топографические редукции и способы вычисления топографических поправок.
- Понятие об изостазии, вычисление изостатических редукций Грааф-Хантера, Гленни. Физическая сущность изостатических аномалий.
- Определение плотности пород неровностей рельефа по данным гравиразведки: метод Неттлетона и МНК.
- Абсолютные измерения силы тяжести маятниковыми гравиметрами. Принцип работы баллистических абсолютных гравиметров.
- Относительные измерения силы тяжести маятниковыми гравиметрами.
- Принцип работы и устройство относительного статического гравиметра ГНУ-КВ. Основные технические характеристики. Современные зарубежные наземные гравиметры и их технические данные (Scintrex 5-avt, La Cost & Romberg).
- Технология наземных измерений с гравиметром. Оценка точности гравиметрических съемок, обоснование сечения гравиметрических карт, обоснование параметров сети наблюдений, качественный анализ гравиметрических карт.
- Гравитационный каротаж, физическая сущность, преимущества и недостатки, особенности измерений и марки скважинных гравиметров.
- Особенности измерения силы тяжести в движении. Мгновенное значение силы тяжести, Помехи первого и второго рода. Амплитудные и частотные характеристики помех и возможности измерения аномалий силы тяжести на фоне интенсивных помех.
- Поправки Этвеша, Броуна, Гаррисона, кросс-каплинг эффект, эффект Гельмерта.
- Принцип конструирования морских набортных гравиметров и аэрогравиметров. Методика и оценка качества

<p>морских и аэрогравиметрических съемок. Источники искажений гравитационного поля.</p> <p>25. Геологические задачи, решаемые гравиразведкой при рудных, нефтяных, инженерных и других исследованиях.</p>			
5.2. Темы письменных работ			
<p>Темы курсовых проектов привязаны к решению практических задач по составлению ФГМ реальных геологических объектов, по расчету ожидаемых гравитационных аномалий и по проектированию параметров гравиметрических съемок с целью обнаружения и локализации предполагаемых залежей полезных ископаемых с использованием современной гравиметрической аппаратуры.</p> <p>Примерные темы курсовых проектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка возможности гравитационного метода разведки при обнаружении и локализации нефтегазоносных структур типа НГКМ «Заполярное». 2. Оценка возможности гравитационного метода разведки при обнаружении и локализации залежей хромитов. 3. Оценка возможности гравиразведки при обнаружении пустот и промоин в подземном городском пространстве. 			
5.3. Оценочные средства			
<p>Рабочая программа дисциплины "Гравиразведка" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими практические задания для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся, вопросы для проведения промежуточной аттестации.</p>			
5.4. Перечень видов оценочных средств			
<p>Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лабораторных занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - средств текущего контроля: вопросы для собеседования по лабораторным занятиям, список тем для написания курсового проекта; - средств итогового контроля – промежуточной аттестации: экзамен. 			
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
6.1. Рекомендуемая литература			
6.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Серкера С. А.	Гравиразведка и магниторазведка: учебник	М.: Недра, 1999
Л1.2	Маловичко А. К., Костицын В. И.	Гравиразведка	М.: Недра, 1992
Л1.3	Под ред. Е.А.Мудрецовой, К.Е.Веселова	Гравиразведка	М.: Недра, 1990
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Красовский С. С.	Гравитационное моделирование глубинных структур земной коры и изостазия	Киев: Наукова думка, 1989
Л2.2	Слепак З. М.	Применение гравиразведки при поисках нефтеперспективных структур	М.: Недра, 1989
Л2.3	Отв. ред. М.Е. Артемьев	Решение прямой и обратной задач гравиметрии и магнитометрии (вопросы теории и методики)	М.: Наука, 1985
Л2.4	Веселов К. Е.	Гравиметрическая съемка	М.: Недра, 1986
Л2.5	Маловичко А. К., Костицын В. И., Тарунина О. Л.	Детальная гравиразведка на нефть и газ	М.: Недра, 1989
Л2.6	Алексидзе М. А.	Приближенные методы решения прямых и обратных задач гравиметрии	М.: Наука, 1987
Л2.7	Блох Ю. И.	Решение прямых задач гравиразведки и магниторазведки	М.: МГГА, 1993
Л2.8	К.Е.Веселов, Е.А.Мудрецова, А.М.Лозинская и др.	Инструкция по гравиметрической разведке	М.: Недра, 1975
Л2.9	Серкера С. А.	Теория потенциала в гравиразведке и магниторазведке: учебник	М.: Недра, 2000
6.3.1 Перечень программного обеспечения			
6.3.1.1	Компас-3D версии v18 и v19	Проектирование изделий, конструкций или зданий любой сложности. Реализация от идеи — к 3D-модели, от 3D-модели — к документации, к изготовлению или строительству. Возможность использовать самые современные методики проектирования при коллективной работе.	

6.3.1.2	Геоинформационная система "ПАРК" v6	Геоинформационная система ПАРК – векторно-растровая система, сочетающая функции картографической, информационно-справочной, аналитической и прогнозирующей программных систем. Система разработана для использования на компьютерах под управлением MS. Основное назначение системы ПАРК – создание баз координатно- и объектно-привязанных данных; преобразование, тематическая обработка и интерпретация геоданных; информационное и аналитическое обеспечение; компоновка, оформление и вывод картографических и сопутствующих им документов.
6.3.1.3	Webinar. Версия 3.0	Экосистема сервисов для онлайн-обучения и коммуникаций.
6.3.1.4	ПО ""Визуальная студия тестирования""	Автоматизация управления учебным процессом. Позволяет автоматизировать контроль знаний студентов, включая создание набора тестовых заданий, проведение тестирования студентов и анализ результатов.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем		
6.3.2.1	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"	
6.3.2.2	База данных научных электронных журналов "eLibrary"	
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
6-22	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	18 посадочных мест, стул преподавательский - 2 шт., доска меловая - 1 шт.	
6-21	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	12 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.; гравиметры ГНУ-КВ -6 шт	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Методические указания по изучению дисциплины «Основы природопользования» представлены в Приложении 2 и включают в себя: 1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности. 2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся. 3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.