

Физика Земли

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Геофизики	
Учебный план	s210503_23_RTB23.plx Специальность 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ	
Квалификация	Горный инженер-буровик	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты 7
в том числе:		
аудиторные занятия	42,25	
самостоятельная работа	65,75	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	14 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	14	14	14	14
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	42,25	42,25	42,25	42,25
Контактная работа	42,25	42,25	42,25	42,25
Сам. работа	65,75	65,75	65,75	65,75
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью преподавания дисциплины является приобретение студентами знания основ Физики Земли, понимания фундаментальных физических законов, формирование современных представлений о физических процессах, протекающих в недрах Земли, ее строении, эволюции и методах изучения.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- формирование знания о происхождении, глубинном строении, составе и положении в Солнечной системе Земли, о физических процессах, протекающих внутри Земли ее атмосфере;
1.4	
1.5	- формирование умения использовать средства и методы получения исходной информации для решения задач Физики земли;
1.6	
1.7	- формирование навыков обработки исходной геофизической информации, определения различных физических параметров Земли.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Разведочная геофизика
2.1.2	Физика горных пород
2.1.3	Основы геодезии и топографии
2.1.4	Физика
2.1.5	Общая геология
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты)
2.2.2	Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-3: Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	
Знать:	
Уровень 1	фундаментальные законы математики, естественных наук
Уровень 2	принципы применения законов математики, естественных наук при решении профессиональных задач, в том числе при проведении научных исследований: направления использования принципов и законов математики, естественных и наук при решении профессиональных задач, в том числе при ведении научноисследовательской деятельности
Уровень 3	*
Уметь:	
Уровень 1	проводить научно-исследовательскую работу
Уровень 2	использовать методы математики, естественных наук при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы
Уровень 3	*
Владеть:	
Уровень 1	навыками анализа и обработки научно-технической информации в области изучения и воспроизводства минеральносырьевой базы, содержащих математические расчеты и естественно-научные материалы: навыками использования понятийного аппарата естественных наук, а также самостоятельного выполнения расчетов при решении поставленных задач
Уровень 2	навыками комплексного анализа научно-технической информации в области изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы: навыками выбора методов математики, естественных применительно к конкретному направлению профессиональной деятельности, в том числе при проведении научных исследований по конкретному направлению
Уровень 3	*

ОПК-5: Способен применять навыки анализа горногеологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	
Знать:	

Уровень 1	механизмы происхождения месторождений твердых полезных ископаемых, свойства горных пород и условия их залегания
Уровень 2	горные породы, физикомеханические и технологические свойства горных пород и массивов: основные характеристики горногеологических условий при добыче полезных ископаемых
Уровень 3	*
Уметь:	
Уровень 1	выполнять обоснование комплексного освоения георесурсного потенциала месторождения полезного ископаемого и намечать возможные подходы к поиску решений
Уровень 2	выбирать оптимальную систему изучения месторождения геофизическими методами с учетом геоморфологических особенностей формирования залежи, гражданского строительства
Уровень 3	*
Владеть:	
Уровень 1	методами анализа горногеологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых
Уровень 2	навыками анализа горногеологических условий месторождения с целью обоснования применения технических средств при эксплуатационной разведке и добыче полезных ископаемых при гражданском строительстве
Уровень 3	*

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные законы фундаментальных дисциплин естественнонаучного цикла, состав физических исследований Земли, оценку их точности и иметь представление об их использовании при определенных прикладных задачах, современные приборы, способы и методы выполнения измерений с ними, поверки приборов.
3.2	Уметь:
3.2.1	Применять полученные знания на практике для правильной постановки эксперимента или наблюдения при работе с природными объектами; правильно моделировать природные физические процессы и прогнозировать возможные сценарии развития физических процессов, ставить цели и задачи эксперимента и наблюдения, планировать ход эксперимента. Работать с геофизическим оборудованием. Обоснованно формулировать выводы по полученным результатам исследования.
3.3	Владеть:
3.3.1	Владеть методами количественной обработки информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геофизической информации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение. Физика атмосферы. Физика гидросферы. Физика биосферы.						
1.1	Введение. Физика оболочек Земли. /Лек/	7	6		Л1.2Л2.3	0	
1.2	Гравитационное поле Земли и ближайших небесных тел /Пр/	7	2		Л1.2Л2.3	0	
1.3	Физика атмосферы, гидросферы, биосферы, литосферы /СР/	7	6		Л1.2Л2.3	0	
	Раздел 2. Гравитационное поле Земли						
2.1	Гравитационное поле Земли, методы его изучения. Потенциал силы тяжести. Момент инерции Земли. Гравитационные аномалии. Понятие изостазии, изостатические схемы. Возможные механизмы вертикальных движений земной коры /Лек/	7	6		Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.2	Принципы абсолютных и относительных измерений гравитационного поля Земли. Измерения силы тяжести с гравиметрами ГНУ-КС, ГНУ-КВ и обработка результатов измерений. /Пр/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.3	0	
2.3	Спутниковая гравиметрия /СР/	7	6		Л1.1 Л1.2	0	

	Раздел 3. Сейсмическое поле Земли						
3.1	Понятие сейсмичности. Распространение упругих колебаний в Земле. Статическая модель очага землетрясения и генерируемые им сейсмические волны. Динамическая модель землетрясения. Прогноз землетрясений. Цунами. /Лек/	7	6		Л1.2Л2.1 Л2.5	0	
3.2	Внутреннее строение Земли по сейсмическим данным /СР/	7	6		Л1.2Л2.1 Л2.5	0	
3.3	Количественная оценка основных параметров землетрясений /Пр/	7	2		Л1.2Л2.1 Л2.6	0	
3.4	Геодинамические, геофизические и биологические предвестники землетрясений /СР/	7	12		Л1.2Л2.6	0	
	Раздел 4. Магнитное поле Земли						
4.1	Элементы магнитного поля Земли. Напряженность поля и магнитная индукция. Методы измерения магнитного поля. Главное геомагнитное поле. Теория происхождения магнитного поля Земли. Динамическая модель источника магнитного поля Земли. Понятие магнитосферы. Материковые магнитные аномалии. Радиационные пояса Земли. Вариации геомагнитного поля. Палеомагнетизм: методы изучения, естественная остаточная намагниченность, инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала. /Лек/	7	4		Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
4.2	Оценка магнитного момента Земли. Вычисление магнитного поля геологических объектов /Пр/	7	1		Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
4.3	Принципы абсолютных и относительных измерений магнитного поля. Измерения с магнитометрами ММП-203, М-27. /Пр/	7	1		Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
4.4	Палеомагнетизм: методы изучения, естественная остаточная намагниченность, инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала. /СР/	7	11,75		Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.8	0	
	Раздел 5. Тепловое поле Земли						
5.1	Распределение температуры в верхних частях Земли: тепловой поток, оценка распределения температуры методом реперных точек. Температура в литосфере с учетом радиоактивных источников тепла. Температура в нижней мантии и ядре Земли: адиабатический градиент, кривая плавления. Источники тепловой энергии Земли. /Лек/	7	2		Л1.2Л2.7	0	
5.2	Изучение термической зональности недр Земли /Пр/	7	1		Л1.2Л2.7	0	
5.3	Уравнение теплопроводности. /СР/	7	6		Л1.2Л2.7	0	
	Раздел 6. Радиоактивность Земли						

6.1	Радиоактивность Земли. Распределение радиоизотопов в недрах Земли. Определение абсолютного возраста Земли на основе закона радиоактивного распада. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.4Л2.4	0	
6.2	Влияние радиоактивного излучения на биологические объекты /Пр/	7	1		Л1.2 Л1.4Л2.4	0	
6.3	Естественная и техногенная радиоактивность /СР/	7	8		Л1.2 Л1.4Л2.4	0	
	Раздел 7. Электромагнитное поле Земли						
7.1	Электромагнитное поле Земли. Магнитотеллурическое зондирование Земли. Распределение электропроводности вдоль радиуса Земли. /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.3	0	
7.2	Обработка результатов электрического профилирования и зондирования. Построение геоэлектрических разрезов /Пр/	7	4		Л1.2 Л1.3	0	
7.3	Методы основанные на изучении электрического поля Земли /СР/	7	10		Л1.2 Л1.3	0	
7.4	Зачет /ИВКР/	7	0,25			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Предмет физики Земли, ее место в области наук о Земле.
2. Основные разделы физики Земли.
3. Источники информации о внутреннем строении и физике Земли.
4. Понятие о моделях Земли и методах их построения.
5. История представлений об эволюции и строении Земли. Простейшие модели Земли.
6. Основные оболочки Земли.
7. Природа основных границ в Земле: границы ядра, границы Мохоровичича, границ в верхней мантии, границы внутреннего ядра.
8. Плотностные модели Земли, общий принцип их построения.
9. Гравитационное поле Земли, методы его изучения.
10. Потенциал силы тяжести, его разложение по сферическим функциям, спутниковые данные, нормальный потенциал.
11. Фигура Земли, нормальная фигура Земли. Сфероид Клеро. Формула Клеро.
12. Геоид. Момент инерции Земли.
13. Фигура равновесия вращающейся жидкости, гидростатическое равновесие Земли и отклонение Земли от гидростатического равновесия.
14. Гравитационные аномалии.
15. Понятие изостазии, изостатические схемы.
16. Возможные механизмы вертикальных движений земной коры. 25. Сейсмологические методы исследования глубоких недр Земли.
17. Распространение упругих волн.
18. Описание затухания сейсмических волн в Земле, оценки эффективной вязкости.
19. Понятие сейсмического луча, законы отражения и преломления.
20. Уравнения сейсмического луча. Годограф, типы и особенности годографов.
21. Использование поверхностных волн для изучения строения Земли.
22. Ход лучей в Земле, годографы для Земли.
23. Сейсмологическая модель Земли по данным наблюдений за распространением объемных волн. Добротность.
24. Собственные колебания Земли, их регистрация свойства, значение для построения моделей Земли.
25. Упругие постоянные; сила тяжести и давление в недрах Земли
26. Уравнение теплопроводности.
27. Температура в литосфере с учетом радиоактивных источников тепла.
28. Температура в нижней мантии и ядре Земли: адиабатический градиент, кривая плавления.
29. Источники тепловой энергии Земли.
30. Термическая история Земли, модели "горячего" и "холодного" происхождения Земли.
31. Элементы магнитного поля Земли.
32. Напряженность поля и магнитная индукция.
33. Методы измерения магнитного поля.
34. Главное геомагнитное поле, разложение Гаусса, дипольное поле, положение современного диполя.

35. Недипольное поле; элементы геомагнитного поля, соотношение между ними; вариации геомагнитного поля, западный дрейф; аномальное магнитное поле.
36. Палеомагнетизм: методы изучения, естественная остаточная намагниченность, виртуальные полюса, инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала.
37. Теория происхождения магнитного поля Земли.
38. Электропроводность Земли, методы ее измерения, электропроводность различных оболочек.

5.2. Темы письменных работ

Рефераты:

1. Современное представление о формировании Вселенной. Теория Большого взрыва, зарождение звезд, источники энергии, материал Вселенной, образование элементов вещества.
2. Формирование Солнечной системы и планет. Концепции образования Солнечной системы и планет. Планеты земной группы и газовые планеты, гипотезы происхождения Земли, Луны астероидов и комет.
3. Внутреннее строение Земли. Главные оболочки Земли, их физические параметры, состав, температуры. Концепция гидридного ядра Земли,
4. Внутреннее строение Марса и его атмосферы по данным дистанционного зондирования и спускаемых аппаратов. Средняя плотность, плотность рельефа, магнитное поле, магнитные аномалии, их природа. Возраст и происхождение планеты.
5. Физические поля Земли. Виды естественных физических полей Земли. Связь физических полей с внутренним строением оболочек Земли. Основные физические свойства горных пород литосферы Земли, их отражение в естественных физических полях и их влияние на распространение искусственно вызванных полей.
6. Концепция тектоники литосферных плит. Концепция дрейфа континентов Вегенера: спрединг, субдукция, коллизия, трансформные разломы. Основные тектонические плиты современной Земли, характеристики границ тектонических плит. Модели фиксизма и мобилизма в учении о тектонике Земли.
7. Поле силы тяжести и его возможности при изучении внутреннего строения Земли. Роль Галилея, Ньютона, Клеро, Кавендиша, Этвеша и других ученых в исследованиях связи поля силы тяжести Земли с ее внутренним строением. Приливные вариации силы тяжести.
8. Понятие геоида и нормального значения силы тяжести Земли. Аномалии силы тяжести, редукции силы тяжести, возникновении прикладной гравиметрии – гравиразведки. Понятие об изостазии и модели изостазии. Гляциозостазия.
9. Принципы абсолютных и относительных измерений силы тяжести. Современные абсолютные и относительные гравиметры и их технические характеристики. Гравиметрический мониторинг геологических объектов.
10. Магнитное поле Земли. Составляющие вектора магнитного поля. Нормальные и аномальные составляющие магнитного поля Земли. Дрейф и вариации магнитного поля. Гипотезы происхождения магнитного поля Земли.
11. Магнитные свойства горных пород. Остаточная намагниченность, палеомагнитная разведка. Зависимость магнитных аномалий от широты и характера расположения магнитных пород.
12. Принципы измерения магнитного поля. Принцип работы оптико-механических магнитометров. Ядерно-резонансные магнитометры и их характеристики. Аэромагнитные съёмки и решаемые геологические задачи.
13. Электрическое поле Земли. Естественные электромагнитные поля Земли, их происхождение и связь с внутренним строением планеты. Электрические свойства горных пород. Электрохимические поля.
14. Способы изучения строения земной коры электрическими методами. Электрическое профилирование, зондирование, методы естественного поля и вызванной поляризации, высокочастотные методы электроразведки, магнито-теллурические методы и решаемые этими модификациями электроразведки геологические задачи.
15. Сейсмология Земли. Типы сейсмических волн, их происхождение и характеристики. Скорости распространения упругих волн в горных породах. Распространение сейсмических волн внутри Земли. Задачи сейсмологии при изучении внутреннего глубинного строения Земли. Годографы сейсмических волн.
16. Сейсмичность Земли. Землетрясения и вулканизм. Шкалы оценки интенсивности и мощности землетрясений. Определение фокуса и мощности землетрясений.
17. Научные и прикладные методы сейсморазведки. Геологические задачи, решаемые сейсморазведкой при изучении глубинного строения земной коры и при решении прикладных задач. Методы отраженных и преломленных волн. Сейсморазведка 2Д и 3Д. Временные и глубинные сейсмические разрезы. Источники возбуждения и регистрации сейсмических волн.
18. Естественная радиоактивность Земли. Радиоактивный распад урана, тория, калия и типы радиоактивного излучения. Определение возраста горных пород и метеоритов радиометрическими методами. Рентгеновское излучение и его использование в промышленных целях.
19. Тепловое поле Земли. Внешний и внутренние источники. Базовые идеи геотермии. Тепловой поток, температура, теплопроводность и теплогенерация Земли. Геотермический баланс земной коры. Термометрия, Геотермальные регионы Земли.
20. Глубинное строение литосферы по данным сверхглубокого бурения. Результаты сверхглубокого бурения Кольской скважины СГ-3. Научная и практическая значимость этих результатов для исследования строения литосферы прикладного и глубинного характера. Геологические и петрофизические результаты сверхглубоких скважин на Урале и в Тюменской области.

5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Физика Земли" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся, примеры заданий для лабораторных занятий.
Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля: проверки практических работ, дискуссии по теме;
- средств итогового контроля – промежуточной аттестации: зачет в 8 семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Лобанов А. М.	Гравиразведка. Краткий курс [Электронный ресурс МГРИ/Текст]: учебное пособие для студентов геологических специальностей	М., 2017
Л1.2	Под ред. В.К. Хмелевского	Геофизика [Электронный ресурс/Текст]: учебник (бакалавриат, магистратура, аспирантура)	М.: КДУ, 2015
Л1.3	авт.- сост.: Иванов А. А., Новиков К. В., Новиков П. В.	Электроразведка [Электронный ресурс МГРИ] : учебное пособие	М.: МГРИ, 2019
Л1.4	Верчеба А. А., Бондаренко Д. В., Каржева О. В.	Радиогеоэкология [Электронный ресурс МГРИ]: электронный образовательный курс	М.: МГРИ, 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Тулиани Л. И.	Сейсмичность и сейсмическая опасность: на основе термодинамических и реологических параметров тектоносферы.	М.: Научный мир, 1999
Л2.2	Гринкевич Г. И.	Магниторазведка	Екатеринбург: Изд-во Уральской государственной горно-геологической академии, 2001
Л2.3	Бондаренко В.М., Демура Г.В., Савенко Е.И.	Общий курс разведочной геофизики: учебник	М.: Norma, 1998
Л2.4	Отв. ред. Л.П. Рихванов	Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека	Томск: Тандем-Арт, 2004
Л2.5	Левин Б. В., Сасорова Е. В.	Сейсмичность Тихоокеанского региона: выявление глобальных закономерностей	М.: Янус-К, 2012
Л2.6	РАН. Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта	Потенциальные сейсмические очаги и сейсмологические предвестники землетрясений - основа реального сейсмического прогноза	М.: Светоч Плюс, 2011
Л2.7	Отв. ред. Ю.А. Попов	Тепловое поле Земли и методы его изучения	М.: РГГРУ, 2008
Л2.8	Бурлацкая С. П.	Археомagnetизм: Структура и эволюция магнитного поля Земли	М.: ГЕОС, 2007

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
3	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	122 П.М., "Экран -1 шт, проектор - 1 шт. Маркерная доска- 1 шт. Многоярусные столы и скамьи (амфитеатр)"	Лек

4-16	Компьютерный класс; Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	6 П.М., Столы - 6; Стулья - 17; Столы компьютерные - 5; Доска для маркеров - 1; Стелаж - 2; Компьютеры - 6.6 комп-ов Intel Core™ 2 DUO CPU 2.2 GHz, 2 ГБ ОЗУ, принтер LaserSHOT LBP-1120	СР
------	--	--	----

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

Методические указания по изучению дисциплины «Физика Земли» 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.