

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

Физика Земли

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 **3 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	4		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Иные виды контактной работы	0,75	0,75	0,75	0,75
Итого ауд.	8,75	8,75	8,75	8,75
Контактная работа	8,75	8,75	8,75	8,75
Сам. работа	95,25	95,25	95,25	95,25
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Москва 2025

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	· формирование умения использовать средства и методы получения исходной информации для решения задач Физики земли;
1.5	· формирование навыков обработки исходной геофизической информации, определения различных физических параметров Земли.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Общая геология
2.1.3	Основы геодезии и топографии
2.1.4	Физика горных пород
2.1.5	Математика
2.1.6	Разведочная геофизика
2.1.7	Сейсморазведка
2.1.8	Радиометрия и ядерная геофизика
2.1.9	Гравиразведка
2.1.10	Геофизические исследования скважин
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Комплексирование геофизических методов
2.2.2	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты)
2.2.3	Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий
2.2.4	Дозиметрия и радиационная безопасность
2.2.5	Современные методы определения вещественного состава горных пород

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

ОПК-4: способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований

Знать:

Уровень 1	методы научной организации труда
Уровень 2	современные тенденции развития методов и технологий геофизических исследований; методы научной организации труда
Уровень 3	*

Уметь:

Уровень 1	организовать свой труд на научной основе и оценивать результаты своей профессиональной деятельности
Уровень 2	организовать свой труд на научной основе и оценивать результаты своей профессиональной деятельности; выявлять участки работ, в первую очередь нуждающихся в техникоэкономической оценке, и проводить данную оценку
Уровень 3	*

Владеть:

Уровень 1	навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
Уровень 2	навыками организации труда, самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
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/	4	0,5		Л1.3Л2.5	0	
1.2	Гравитационное поле Земли и ближайших небесных тел /Пр/	4	1		Л1.3Л2.5	0	
1.3	Физика атмосферы, гидросферы, биосферы, литосферы /Ср/	4	6		Л1.3Л2.5	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/	4	0,5		Л1.1 Л1.3Л2.5	0	
2.2	Спутниковая гравиметрия /Ср/	4	6		Л1.1 Л1.3	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/	4	0,5		Л1.3Л2.3 Л2.6	0	
3.2	Внутреннее строение Земли по сейсмическим данным /Ср/	4	6		Л1.3Л2.3 Л2.6	0	
3.3	Количественная оценка основных параметров землетрясений /Пр/	4	1		Л1.3Л2.3 Л2.4	0	
3.4	Геодинамические, геофизические и биологические предвестники землетрясений /Ср/	4	12		Л1.3Л2.4	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. /Лек/	4	0,5		Л1.3Л2.8 Л2.5	0	

4.2	Вариации геомагнитного поля. Палеомагнетизм: методы изучения, естественная остаточная намагниченность, инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала. /Лек/	4	0,5		Л1.3Л2.8 Л2.5	0	
4.3	Оценка магнитного момента Земли. Вычисление магнитного поля геологических объектов /Пр/	4	1		Л1.3Л2.8 Л2.5	0	
4.4	Палеомагнетизм: методы изучения, естественная остаточная намагниченность, инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала. /Ср/	4	11,25		Л1.3Л2.8 Л2.5 Л2.1	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/	4	0,5		Л1.3Л2.7	0	
5.2	Изучение термической зональности недр Земли /Пр/	4	1		Л1.3Л2.7	0	
5.3	Уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности. /Ср/	4	6		Л1.3Л2.7	0	
Раздел 6. Радиоактивность Земли							
6.1	Радиоактивность Земли. Распределение радиоизотопов в недрах Земли. Определение абсолютного возраста Земли на основе закона радиоактивного распада. /Лек/	4	0,5		Л1.3 Л1.2Л2.2	0	
6.2	Влияние радиоактивного излучения на биологические объекты /Ср/	4	1		Л1.3 Л1.2Л2.2	0	
6.3	Естественная и техногенная радиоактивность /Ср/	4	17		Л1.3 Л1.2Л2.2	0	
Раздел 7. Электромагнитное поле Земли							
7.1	Электромагнитное поле Земли. Магнитотеллурическое зондирование Земли. Распределение электропроводности вдоль радиуса Земли. /Лек/	4	0,5		Л1.3 Л1.4	0	
7.2	Методы основанные на изучении электрического поля Земли /Ср/	4	30		Л1.3 Л1.4	0	
7.3	Консультация, зачет /ИВКР/	4	0,75			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

- Предмет физики Земли, ее место в области наук о Земле.
- Основные разделы физики Земли.
- Источники информации о внутреннем строении и физике Земли.
- Понятие о моделях Земли и методах их построения.
- История представлений об эволюции и строении Земли. Простейшие модели Земли.
- Основные оболочки Земли.
- Природа основных границ в Земле: границы ядра, границы Мохоровичича, границы в верхней мантии, границы внутреннего ядра.
- Плотностные модели Земли, общий принцип их построения.
- 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. Сфериод 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 литосфера 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, Эйтвеша 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. Гляциоизостазия.
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, палео-магнитная 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 съемки 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 гео-логические 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 земле-трясений.
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	Верчеба А. А., Бондаренко Д. В., Каржева О. В.	Радиогеоэкология [Электронный ресурс МГРИ]: электронный образовательный курс	М.: МГРИ, 2019
Л1.3	Под ред. В.К. Хмелевского	Геофизика [Электронный ресурс/Текст]: учебник (бакалавриат, магистратура, аспирантура)	М.: КДУ, 2015
Л1.4	авт.- сост.: Иванов А. А., Новиков К. В., Новиков П. В.	Электроразведка [Электронный ресурс МГРИ] : учебное пособие	М.: МГРИ, 2019
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Бурлацкая С. П.	Археомагнетизм: Структура и эволюция магнитного поля Земли	М.: ГЕОС, 2007
Л2.2	Отв. ред. Л.П. Рихванов	Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека	Томск: Тандем-Арт, 2004
Л2.3	Тулиани Л. И.	Сейсмичность и сейсмическая опасность: на основе термодинамических и реологических параметров тектоносферы.	М.: Научный мир, 1999
Л2.4	РАН. Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта	Потенциальные сейсмические очаги и сейсмологические предвестники землетрясений - основа реального сейсмического прогноза	М.: Светоч Плюс, 2011
Л2.5	Бондаренко В.М., Демура Г.В., Савенко Е.И.	Общий курс разведочной геофизики: учебник	М.: Norma, 1998

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.6	Левин Б. В., Сасорова Е. В.	Сейсмичность Тихоокеанского региона: выявление глобальных закономерностей	М.: Янус-К, 2012
Л2.7	Отв. ред. Ю.А. Попов	Тепловое поле Земли и методы его изучения	М.: РГГРУ, 2008
Л2.8	Гринкевич Г. И.	Магниторазведка	Екатеринбург: Изд-во Уральской государственной горно-геологической академии, 2001

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Office Professional Plus 2010	
6.3.1.2	Office Professional Plus 2013	
6.3.1.3	Office Professional Plus 2016	
6.3.1.4	Office Professional Plus 2019	
6.3.1.5	Windows 10	
6.3.1.6	Windows 7	
6.3.1.7	Windows 8	
6.3.1.8	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.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	База данных научных электронных журналов "eLibrary"	
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"	
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
6-38	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	60 посадочных мест; стул преподавательский - 2 шт.; доска меловая - 1 шт.; Экран настенный -1шт.	
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	
6-23	Компьютерный класс	16 посадочных мест, доска маркерная - 1 шт., моноблок Prittec - 9 шт., развернута локальная сеть которая подключена к интернету.	

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