

**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.01 Физика Земли**

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

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по направлению подготовки**

**05.03.01 Геология**

**направленность (профиль) «Геофизика»**

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

**высшее образование – бакалавриат**

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

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2021**

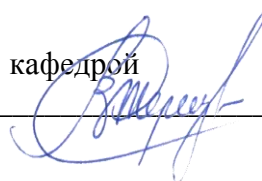
год набора

**Составитель:**

Бекетова Е.Б., канд. техн. наук,  
доцент кафедры горного дела, наук о  
Земле и природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного  
дела, наук о Земле и природообустройства  
(протокол № 7 от 20 мая 2021 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины «Физика Земли» является формирование современных представлений о физических процессах, протекающих в недрах Земли, ее строении, эволюции и методах изучения.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ПК-1.</b> Способен использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач	<b>ПК-1.1.</b> Применяет на практике знания о геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических и других принципах работы. <b>ПК-1.2.</b> Осуществляет сбор, обработку и интерпретацию геолого-геофизической информации. <b>ПК-1.3.</b> Осуществляет интерпретацию данных мониторинга геологической среды, оценивает степень геологических и экологических рисков при недропользовании.	<b>Знать:</b> – теоретические основы базовых геологических дисциплин; – методы полевых и лабораторных геологических исследований; методы сбора геологической информации. <b>Уметь:</b> – самостоятельно строить процесс овладения геологической информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; – использовать данные о физических свойствах горных пород при проектировании геофизических работ и интерпретации их результатов. <b>Владеть:</b> – навыками подготовки, наладки станций и установок, устранения элементарных неисправностей, практической работы с различными геофизическими приборами, станциями и установками; – опытом использования полевых и лабораторных геологических исследований в научно-исследовательской деятельности.

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

Дисциплина (модуль) «Физика Земли» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Геотектоника», «Геодезия с основами космоаэро съемки», «Сейсморазведка», «Гравиразведка», «Геофизика», «Магниторазведка».

В свою очередь, «Физика Земли» представляет собой методологическую базу для дисциплин, таких как «Комплексирование геофизических методов», «Теория обработки геофизической информации», «Геофизический мониторинг», «Геодинамика».

#### 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 6 зачетных единиц или 216 часов.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество часов на СРС	из них – на курсовую работу		
4	7	3	108	32	32	-	64	12	44	-		зачет
4	8	3	108	24	28		52	12	20	-	36	экзамен
<b>Итого:</b>	<b>6</b>	<b>216</b>		56	60		<b>116</b>	24	<b>64</b>	-	<b>36</b>	зачет, экзамен

Интерактивная форма реализуется в виде собеседования при сдаче практических работ, консультаций.

#### 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	4	4		8	4	6	
2	Реология вещества Земли	6	6		12	2	8	
3	Гравитационное поле, фигура и плотность Земли	8	8		16	2	10	
4	Строение Земли по сейсмическим данным	8	8		16	2	10	
5	Модели Земли	6	6		12	2	10	
	<b>Итого за 7 семестр:</b>	32	32		64	12	44	
6	Геотермия	6	6		12	2	6	
7	Модели эволюции Земли	6	6		12	4	6	
8	Магнитное поле и электропроводность Земли	6	8		14	4	4	
9	Физика Земли и глобальная тектоника	6	8		14	2	4	
	Экзамен							36
	<b>Итого за 8 семестр:</b>	24	28		<b>52</b>	12	<b>20</b>	<b>36</b>
	Курсовая работа							-
	<b>Итого:</b>	56	60		<b>116</b>	24	<b>64</b>	<b>36</b>

## **Содержание разделов дисциплины**

### **Раздел 1. Введение**

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.

### **Раздел 2. Реология вещества Земли**

Понятие о реологии. Значение реологии для физики Земли и геодинамики. Напряжения и деформации, реологические соотношения, уравнения движения. Прочность, ползучесть, разрушение. Реологические модели. Упругость и вязкость, простые реологические тела Гука и Ньютона. Линейные упруго-вязкие реологические тела. Быстрые и медленные механические процессы. Оценка вязкости астеносферы по послеледниковому поднятию. Распространение упругих волн. Описание затухания сейсмических волн в Земле, оценки эффективной вязкости. Механизмы вязкости твердых тел. Вязкость различных оболочек Земли.

### **Раздел 3. Гравитационное поле, фигура и плотность Земли**

Гравитационное поле Земли, методы его изучения. Потенциал силы тяжести, его разложение по сферическим функциям, спутниковые данные, нормальный потенциал. Фигура Земли, нормальная фигура Земли. Сфероид Клеро. Формула Клеро. Геоид. Момент инерции Земли. Фигура равновесия вращающейся жидкости, гидростатическое равновесие Земли и отклонение Земли от гидростатического равновесия. Гравитационные аномалии. Понятие изостазии, изостатические схемы. Возможные механизмы вертикальных движений земной коры.

### **Раздел 4. Строение Земли по сейсмическим данным**

Сейсмологические методы исследования глубоких недр Земли. Понятие сейсмического луча, законы отражения и преломления. Уравнения сейсмического луча. Годограф, типы и особенности годографов. Методы обращения годографа. Метод Герглотца-Вихерта. Проблема обращения годографа при наличии волновода и для глубинного источника. Использование поверхностных волн для изучения строения Земли. Ход лучей в Земле, годографы для Земли. Сейсмологическая модель Земли по данным наблюдений за распространением объемных волн. Добротность. Основные оболочки Земли.

### **Раздел 5. Модели Земли**

Плотностные модели Земли, общий принцип их построения. Уравнение Адамса-Вильямсона, области его применимости. Методы построения распределения параметров в остальных зонах Земли. Модели Буллена. Подход Бёрча. Определение плотностей по методу отраженных волн. Собственные колебания Земли, их регистрация свойства, значение для построения моделей Земли. Современные модели Земли. Упругие постоянные; сила тяжести и давление в недрах Земли.

### **Раздел 6. Геотермия**

Предмет геотермии. Распределение температуры в верхних частях Земли: тепловой поток, оценка распределения температуры методом реперных точек. Уравнение теплопроводности. Температура в литосфере с учетом радиоактивных источников тепла. Температура в нижней мантии и ядре Земли: адиабатический градиент, кривая плавления. Источники тепловой энергии Земли.

### **Раздел 7. Модели эволюции Земли**

Термическая история Земли, модели "горячего" и "холодного" происхождения Земли. Природа основных границ в Земле: границы ядра, границы Мохоровичича, границ в верхней мантии, границы внутреннего ядра.

### **Раздел 8. Магнитное поле и электропроводность Земли**

Элементы магнитного поля Земли. Напряженность поля и магнитная индукция. Методы измерения магнитного поля. Главное геомагнитное поле, разложение Гаусса, дипольное

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

#### **Раздел 9. Физика Земли и глобальная тектоника**

Особенности строения коры и литосферы. Основные положения тектоники плит. Сейсмологические, геотермические, палеомагнитные доказательства. Проблема механизма в тектонике плит: стратификация мантии, конвекция, неоднородности литосферы и изостатическое регулирование.

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

#### **Основная литература:**

1. Физика Земли: учебное пособие / А.Г. Соколов, М. Нестеренко, О.В. Попова и др. - Оренбург: ОГУ, 2014.-103 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [/biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259122](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259122)
2. Краев, А.П. Физика Земли. Электрметрия / А.П. Краев. - Л.: Издание Ленинградского Государственного Университета, 1940. - 306 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118497](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118497)

#### **Дополнительная литература:**

3. Геофизика. Учебник / Под ред. В.К.Хмелевского. 3-е изд. - М.: КДУ, 2012. - 320 с. - 8 экз.
4. Геофизика. Учебник / Под ред. В.К.Хмелевского. 2-е изд. - М.: КДУ, 2009. - 320 с. - 7 экз.

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

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебная мебель, ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МАГУ;
- лаборатория геологии.

#### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

##### **7.1.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:**

1. Microsoft Windows.

##### **7.1.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства:**

Не предусмотрено.

##### **7.1.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства:**

Не предусмотрено.

##### **7.1.4. Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства:**

Не предусмотрено.

#### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

1. "Образовательная платформа ЮРАЙТ" (ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"); режим доступа: [www.urait.ru](http://www.urait.ru)
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" (ООО "НексМедиа"); режим доступа: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. Коллекция "Информатика - Издательство Лань" ЭБС ЛАНЬ (ООО "Издательство ЛАНЬ"); режим доступа: [www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)

#### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Информационно-аналитическая система SCIENCEINDEX.
2. Электронная база данных Scopus.
3. Базы данных компании CLARIVATEANALYTICS.

#### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.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.