

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра геофизики**

Авторы-составители: **Горожанцев Андрей Владимирович**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИКА ЗЕМЛИ**  
Код УМК 59136

Утверждено  
Протокол №9  
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Физика Земли

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология  
направленность Геофизика

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физика Земли** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.01** Геология (направленность : Геофизика)

**ОПК.4** иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений

**ПК.18** готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	2
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	72
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	28
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	44
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Физика Земли. Первый семестр**

#### **Введение**

Показаны связи естественных, точных наук и Физики Земли, ее место в системе Наук о Земле. Представлены структура и цели научно-исследовательских направлений физики Земли. Дается определение объекта и предмета исследования, прямой и обратной задач Физики Земли. Рассмотрены основы применения ГМИ. Характеризуются основные этапы изучения Земли.

#### **Раздел 1. Происхождение, формирование, возраст Земли**

##### **Краткая история развития представлений о физических свойствах и строении Земли**

В историческом аспекте изложен процесс изучения формы, размеров, массы, магнитных свойств и внутреннего строения Земли. Отмечается роль отдельных ученых в развитии научных взглядов в различные периоды.

##### **Радиоактивность и возраст Земли**

Определено понятие радиоактивности, показано применение этого свойства для создания геохронологической шкалы. Перечислены методы для определения абсолютного и относительного возраста. Подробно рассмотрены природные радиоактивные семейства и радиометрические способы определения абсолютного возраста. Изложены различные взгляды на определение возраста Земли.

##### **Земля в Солнечной системе**

Дается краткая характеристика Солнечной системы и планет входящих в ее состав. Приведен закон Тициуса-Бодде. Представлены отличительные черты Солнечной системы и наблюдаемые исключения. Показано влияние результатов изучения метеоритов на представления о составе, внутреннем строении и эволюции Земли и других планет.

#### **Раздел 2. Гравитационное и электромагнитное поле Земли**

##### **Гравитационное поле Земли**

Излагаются основные понятия и закон гравиметрии, единицы и способы измерения силы тяжести. Зависимость ее от географической широты. Показано представление потенциала силы тяжести в виде ряда сферических функций.

##### **Фигура Земли. Изостазия**

Дается определение и способы вычисления нормальных значений силы тяжести. Рассмотрены редукции применяемые при вычислении аномалий силы тяжести. Приведен пример определения средней плотности и массы Земли по гравиметрическим данным. Рассмотрены особенности формирования фигуры Земли. Приведены основные гипотезы изостазии и способы расчета изостатических аномалий силы тяжести. Дается классификация вариаций гравитационного поля Земли.

##### **Электромагнитное поле Земли**

Определен состав космических лучей, рассмотрены особенности взаимодействия космических частиц с геомагнитным полем и атмосферой. Дается характеристика сформированным в околоземном пространстве радиационным поясам Ван-Аллена. Показаны особенности влияния Солнца на электромагнитные поля Земли.

#### **Раздел 3. Геомагнетизм, реологические модели и тепловое поле Земли**

##### **Геомагнетизм**

Даны определения, основные и вспомогательные характеристики магнитного поля Земли (МПЗ), их

элементы. Кратко изложены способы измерения и применяемая аппаратура для определения элементов МПЗ. Особое внимание уделено изучению изменений МПЗ во времени. Представлены примеры данных магнитной картографии и материалов магниторазведки.

### **Происхождение и моделирование геомагнитного поля**

Рассматриваются вопросы применения аналитического представления МПЗ для вычисления параметров нормального геомагнитного поля, гипотеза магнитного динамо. Приводятся данные палеомагнитных исследований для объяснения миграции геомагнитных полюсов.

### **Реологические свойства вещества Земли**

Приведены основные понятия реологии, описаны простые реологические модели. Показаны особенности оценки вязкости Земли по длиннопериодным колебаниям ее оси вращения и теоретическим расчетам. Представлены материалы исследований реологических свойств горных пород при различных температурах и давлениях. Даны краткие сведения о реоморфизме и механизмах реализации пластических деформаций в кристаллах. Приведены примеры геологических структур реологической формы.

### **Тепловое поле Земли**

Раскрываются источники тепловой энергии на планете. Приведены термические свойства горных пород. Дано определение и оценка тепловому потоку Земли. Представлены способы его определения. Приводятся соотношения между тепловым потоком и возрастом складчатости, рассмотрены особенности теплогенерации и теплопереноса в недрах. Представлена термическая модель Земли.

## **Раздел 4. Сейсмология и планетарные геологические процессы**

### **Внутреннее строение Земли по данным сейсмологии**

Дается краткое представление о сейсмологии, используемой аппаратуре. Приводятся годографы основных типов сейсмических волн в Земле, показана система их обозначений. Для наглядности приведены годографы Джефриса-Буллена. Дается согласование сейсмических границ с основными границами определяющими строение Земли.

### **Физические параметры в недрах Земли**

Охарактеризованы собственные колебания Земли, приводится распределение добротностей в недрах планеты. Представлены согласованные модели распространения скоростей упругих волн, а также других физических параметров внутри Земли.

### **Сейсмичность земли**

Приводятся основные определения и общие сведения из области исследования землетрясений. Дается понимание оценки землетрясений с позиции их интенсивности и выделяемой энергии. Показано решение задач по определению координат и времени сейсмического события.

### **Повторяемость землетрясений**

Раскрывается механизм срабатывания в очаге землетрясения. Рассматривается закон повторяемости землетрясений и проблема их предсказания: краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный прогнозы. Описаны основные принципы сейсмического районирования.

### **Физика Земли и планетарные геологические процессы**

Приведена краткая характеристика этапов тектоно-магматической активизации в истории Земли. Показана связь интенсивности развития генетических групп эндогенных месторождений с тектоно-магматическими эпохами. Выявлены закономерности образования эндогенных месторождений

в истории геологического развития Земли. Рассмотрено влияние космоса на смену тектоно-магматических режимов планеты.

### **Обзор основных гипотез развития Земли**

Приведен краткий обзор наиболее распространенных геолого-геофизических гипотез развития Земли: контракции, конвективного движения вещества в недрах, гидридного ядра, мобилизма, пульсационного расширения. Дается анализ показывающий общие элементы рассматриваемых гипотез.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде компьютерного тестирования. Индивидуальный тест для каждого обучающегося формируется из базы тестовых заданий размещенной на сервере ЦТ и ЭСО УМУ ПГНИУ.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Павлов, А. Н. Геофизика. Общий курс о природе Земли : учебник / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 454 с. — ISBN 5-86813-175-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/12484>

2. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 3. Физические модели Земли. Тема 4. Геофизические поля : конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 69 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17906>

3. Хмелевской В. К., Костицын В. И. Основы геофизических методов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 020302 "Геофизика"/ В. К. Хмелевской, В. И. Костицын.-Пермь:Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010, ISBN 978-5-7944-1428-8.-1.-Библиогр.: с. 397-399 <http://k.psu.ru/library/node/201798>

### Дополнительная:

1. Орленок, В. В. Глобальный вулканизм и океанизация Земли и планет : монография / В. В. Орленок. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2010. — 196 с. — ISBN 978-5-9971-0022-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/7358>

2. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 1. Методологическая база. Тема 2. Земля в структуре Вселенной : конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 71 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17905>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<https://psu.bibliotech.ru/Account/LogOn/> Цифровая библиотека «Библиотех»

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Физика Земли** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по данной дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Офисный пакет приложений;
- 2.Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физика Земли**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений</p>	<p>уметь использовать базовые знания в области фундаментальных разделов математики для обработки и анализа данных наблюдений</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие умений и навыков, необходимых для формирования компетенции.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Демонстрирует частично сформированное умение использовать базовые знания в области фундаментальных разделов математики для обработки и анализа данных наблюдений.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение использовать базовые знания в области фундаментальных разделов математики для обработки и анализа данных наблюдений</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Умеет самостоятельно применять базовые знания в области фундаментальных разделов математики для обработки и анализа данных наблюдений</p>
<p><b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>уметь применять теоретические знания к анализу геофизической информации</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенции.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Демонстрирует частично сформированное умение применения теоретических знаний к анализу геофизической информации</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Имеет в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять теоретические знания к анализу геофизической информации.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Умеет самостоятельно применять теоретические знания к анализу</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> геофизической информации.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b> <b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений	Введение <b>Входное тестирование</b>	Владение категорийно-понятийным аппаратом полевой геофизики и каротажа, знание физико-геологических основ методов разведочной геофизики, назначение геофизической аппаратуры, базовые знания смежных дисциплин: математика, физика, информатика.
<b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений <b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению	Земля в Солнечной системе <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает состав планет земной группы и метеоритов; радиометрические способы определения абсолютного возраста. Умеет подобрать способ для определения возраста породы по данным изотопного анализа образца. Владеет техникой вычисления возраста пород по соотношениям изотопов U238 и Pb206.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений</p> <p><b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Электромагнитное поле Земли</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные характеристики гравитационного и электромагнитного поля Земли; особенности влияния космического излучения на электромагнитные поля Земли. Уметь оценить значение силы тяжести и электрического сопротивления в недрах Земли. Владеть техникой вычисления изостатических аномалий силы тяжести.</p>
<p><b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений</p> <p><b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Тепловое поле Земли</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать гипотезы происхождения и основные характеристики магнитного и теплового полей Земли; уметь оценить температуру в недрах Земли и различать формы геологических структур реологической природы.</p>
<p><b>ОПК.4</b> иметь базовые знания в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в профессиональной сфере, для обработки и анализа данных наблюдений</p> <p><b>ПК.18</b> готовность устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать параметры землетрясения определяемые по сейсмическим данным; уметь оценить температуру в недрах Земли и различать формы геологических структур реологической природы.</p>

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 20 вопросов теста	1

### Земля в Солнечной системе

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 25 вопросов теста	1

### Электромагнитное поле Земли

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 25 вопросов теста	1

### Тепловое поле Земли

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 25 вопросов теста	1

### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 25 вопросов теста	1