

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра геофизики**

**Авторы-составители: Огородова Ирина Владимировна  
Герасимова Ирина Юрьевна  
Горожанцев Андрей Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКА ЗЕМЛИ**

Код УМК 93928

Утверждено  
Протокол №10  
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Физика Земли

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

Дисциплина входит в обязательную 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.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

#### 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>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 триместр)

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

### **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 и строение Земли**

История Земли описывает наиболее важные события и основные этапы развития планеты Земля с момента её образования и до наших дней.

#### **Место Физики Земли в системе естественных и точных наук**

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.

#### **Гипотезы о происхождении Земли**

Ранние теории происхождения планеты. Концепция Лапласа. Гипотеза Канта. Теория Фесенкова. Теории Мультона и Чемберлина. Гипотеза Шмидта. Предположения Рудника и Соботовича. Взрыв вселенского масштаба. Появление Земли от газа к твердому телу. Формирование планеты.

#### **Концепции развития Земли**

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. Внутреннее строение Земли. Определение возраста Земли**

Методы изучения внутреннего строения и состава Земли можно разделить на две основные группы: геологические методы и геофизические методы.

#### **История представлений об устройстве Земли**

Представления древних цивилизаций об устройстве мира. Развитие представлений о Земле в античности. Представления о Земле в Средние века. География Нового времени.

#### **Внутреннее строение Земли. Основные оболочки Земли.**

Рассматриваются три основных слоя: земная кора, мантия и ядро.

#### **Возраст Земли и методы его определения. Радиоактивность**

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.

### **Раздел 3. Электромагнитное поле Земли**

Происхождение электромагнитного поля Земли. Структурные компоненты электромагнитного поля. Характер воздействия магнитного поля на живые организмы.

#### **Теоретические основы. Взаимодействие космических частиц с магнитным полем 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.

#### **Радиационные пояса Земли**

Рассмотрены области магнитосферы, где накапливаются и удерживаются проникшие в нее высокоэнергичные заряженные частицы.

#### **Электрические свойства горных пород. Аппаратура и методы электроразведки**

Рассматриваются основные электромагнитные свойства горных пород: удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ ), электрохимическая активность ( $\alpha$ ), поляризуемость ( $\eta$ ), диэлектрическая ( $\theta$ ) и магнитная ( $\mu$ ) проницаемости. Также проводится обзор различных методов и модификаций, предназначенных как для глубоких исследований, так и для изучения верхней части разреза.

#### **Раздел 4. Геомагнетизм**

Элементы магнитного поля. Характеристика МПЗ. Способы измерения МПЗ. Происхождение геомагнитного поля. Палеомагнетизм

##### **Элементы магнитного поля.**

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.

##### **Характеристика МПЗ. Способы измерения МПЗ.**

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

##### **Происхождение геомагнитного поля. Палеомагнетизм**

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

#### **Раздел 5. Гравитационное поле и фигура вращения Земли**

Основные понятия (геоид, референс-эллипсоид). Гравитационное поле Земли и его особенности. Основы теории гравиметрии. Методы измерений силы тяжести.

##### **Основные понятия (геоид, референс-эллипсоид). Гравитационное поле Земли и его особенности**

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.

##### **Основы теории гравиметрии. Методы измерений силы тяжести**

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.

### **Гравиметрическая аппаратура. Изостазия. Редукции**

История создания гравиметров. Введение поправок за высоту, промежуточный слой и рельеф.

### **Раздел 6. Скорости упругих волн в Земле и ее сейсмичность**

Общие сведения о сейсмологии. Общие сведения о землетрясениях. Механизм очага землетрясения. Годографы основных типов сейсмических волн в Земле. Слоистая модель Земли. Оборудование для сейсмического мониторинга. Сейсмическая опасность Уральского региона.

#### **Общие сведения о сейсмологии. Общие сведения о землетрясениях. Механизм очага землетрясения**

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

#### **Годографы основных типов сейсмических волн в Земле. Слоистая модель 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.

#### **Оборудование для сейсмического мониторинга. Сейсмическая опасность Уральского региона**

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.

### **Раздел 7. Тепловое поле Земли. Реологические свойства вещества**

Тепловое поле Земли. Реологические свойства вещества Земли. Планетарные геологические процессы. Этапы геологического развития Земли. Влияние космических факторов на смену тектоно-магматических режимов планеты.

#### **Тепловое поле Земли. Реологические свойства вещества Земли. Планетарные геологические процессы**

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.

#### **Этапы геологического развития Земли. Влияние космических факторов на смену тектоно-магматических режимов планеты.**

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.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

В качестве итогового контрольного мероприятия обучающимся предлагается тест из 40 вопросов.

## **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. Егоров, А. С. Физика Земли : учебник / А. С. Егоров ; под редакцией А. Н. Телегин. — Санкт-Петербург : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 280 с. — ISBN 978-5-94211-717-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71707.html>
2. 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>
3. Захаров В.С. Строение и физика Земли. Вводный курс : учебное пособие / В.С. Захаров, В.Б. Смирнов. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2018. — 224 с. - ISBN 978-5-91559-225-3. - Текст : электронный. <https://elis.psu.ru/node/642063>

### Дополнительная:

1. Муртазов, А. К. Физика земли. Космические воздействия на геосистемы : учебное пособие для вузов / А. К. Муртазов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11473-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/445341>

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

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

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

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

## **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:

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;

Интернет-сервисы и электронные ресурсы;

Офисный пакет приложений (текстовый редактор, программа для подготовки и просмотра презентаций);

Программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF;

Starter 2;

Grapher 8.0;

Surfer 9.0;

Voxler;

QGis.

При освоении материала и выполнения 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 занятий лекционного типа по дисциплине необходима аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой и (или) маркерной доской

Для проведения лабораторных и практических работ необходима учебная геофизическая лаборатория сейсморазведки, оснащенная персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования и программного обеспечения лаборатории определен в Паспорте учебной лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим

программным обеспечением, меловой и (или) маркерной доской и (или) учебная геофизическая лаборатория сейсморазведки. Состав оборудования и программного обеспечения учебной геофизической лаборатории сейсморазведки определен в Паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы необходима аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета или учебная геофизическая лаборатория (состав оборудования и программного обеспечения определен в Паспортах лабораторий), а также Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знать происхождение, физические свойства и строение Земли. Уметь находить, анализировать и перерабатывать информацию. Владеть навыками поиска информации, используя современные информационные технологии.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенции</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Общие, но не структурированные знания о происхождении, физических свойствах, строении, эволюции Земли, основах геофизических методов, способах оценки параметров физических свойств вещества в недрах Земли, геодинамических и геотектонических концепциях, на основе которых сформировано умение обобщать, анализировать и адекватно понимать информацию в области профессиональных интересов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о происхождении, физических свойствах, строении, эволюции Земли, основах геофизических методов, способах оценки параметров физических свойств вещества в недрах Земли, геодинамических и геотектонических концепциях, на основе которых сформировано, в целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обобщать, анализировать и адекватно понимать информацию в области профессиональных интересов</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Сформированные систематические знания о происхождении, физических свойствах, строении, эволюции Земли, основах геофизических методов, способах оценки параметров физических свойств вещества в</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> недрах Земли, геодинамических и геотектонических концепциях, на основе которых сформировано умение обобщать, анализировать и адекватно понимать информацию в области профессиональных интересов.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение <b>Входное тестирование</b>	Знание физики, астрономии, географии, математики
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Возраст Земли и методы его определения. Радиоактивность <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знания происхождения, внутреннего строения и способов определения возраста Земли
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Основы теории гравиметрии. Методы измерений силы тяжести <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Общие характеристики электромагнитного и гравитационного полей Земли; особенности взаимодействия космических частиц с ЭМЗ и атмосферой, строения поясов Ван-Аллена; основы теории гравиметрии, гравиметрическая аппаратура; методы измерения силы тяжести и вычисления ее аномалий
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание определения теплового поля Земли, процессов, происходящих в оболочках Земли (реологические свойства вещества Земли). Умение пояснить влияние космических факторов на смену тектоно-магматических режимов планеты

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Введение

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на 1 вопрос теста	1

## Возраст Земли и методы его определения. Радиоактивность

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на 1 вопрос теста	1

## Основы теории гравиметрии. Методы измерений силы тяжести

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на 1 вопрос 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: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на 1 вопрос теста	1