

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра геофизики

Авторы-составители: **Огородова Ирина Владимировна
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 подготовки: **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

Направление подготовки	05.03.01 Геология (направленность: Геофизика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	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 (ρ), электрохимическая активность (α), поляризуемость (η), диэлектрическая (θ) и магнитная (μ) 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 Джефриса-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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 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">Неудовлетворител Отсутствие знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенции</p> <p align="center">Удовлетворительн 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">Хорошо 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">Отлично Сформированные систематические знания о происхождении, физических свойствах, строении, эволюции Земли, основах геофизических методов, способах оценки параметров физических свойств вещества в</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично 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
Входной контроль	Введение Входное тестирование	Знание физики, астрономии, географии, математики
ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Возраст Земли и методы его определения. Радиоактивность Письменное контрольное мероприятие	Знания происхождения, внутреннего строения и способов определения возраста Земли
ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Основы теории гравиметрии. Методы измерений силы тяжести Письменное контрольное мероприятие	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
ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	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