

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155238	Физика Земли и планет

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Астрономия	<b>Код ОП</b> 1. 03.05.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Астрономия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.05.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
2	Миндубаев Мансур Габдрахимович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физика Земли и планет

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Физика Земли и планет, являясь одним из разделов естествознания, изучает современную структуру и состояние внутренних областей планет; состояние, структуру и эволюцию их гравитационного, электромагнитного, теплового и др. полей; динамику процесса аккумуляции планет. При изучении модуля студенты закрепляют знания и навыки, получаемые в рамках физических и математических дисциплин.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Физика Земли и планет	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Астрофизика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Теоретическая физика 2. Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Физика Земли и планет	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать

	реальные или модельные эксперименты	необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований
	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований  У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика Земли и планет**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
2	Миндубаев Мансур Габдрахимович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- Миндубаев Мансур Габдрахимович, Доцент, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет геофизики и физики планет. Основные задачи курса. Содержание курса геофизики и физики планет.
P2	Основы геохронологии	Понятие о геохронологии. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Геохронология на основе радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Формула для определения возраста. Рубидий-стронциевый метод определения абсолютного возраста. Изохрона. Уран-свинцовый метод определения абсолютного возраста. Изохрона и конкордия. Торий-свинцовый метод определения абсолютного возраста. Изохрона. «Возраст Земли» и древнейшие породы. Методы и приборы для определения абсолютного возраста горных пород.
P3	Гравиметрия	Гравитация и сила тяжести. Связь силы тяжести, вращения и фигуры Земли. Потенциал силы тяжести. Потенциал тяжести сфероидальной Земли. Момент инерции. Отклонение Земли от состояния гидростатического равновесия. Изостазии. Лунные и солнечные приливы. Прецессия и нутации земной оси. Изменение скорости вращения Земли во времени. Методы измерения силы тяжести. Принципы работы гравиметров.

<b>P4</b>	Реология вещества Земли	Роль реологии в физике Земли и геодинамике. Обобщенная кривая деформаций. Тип реологического поведения материала. Зависимость поведения от условий нагружения. Упругость и вязкость. Основные соотношения. Линейные реологические тела (Гука, Ньютона). Реологическая модель тела Кельвина. Реологическая модель тела Максвелла. Механизмы упругости и вязкости твердых тел.
<b>P5</b>	Сейсмология	Сейсмические волны, их роль в изучении строения Земли. Регистрация сейсмических волн. Типы сейсмических волн. Уравнения для скорости сейсмических волн. Понятие сейсмического луча. Уравнение, законы преломления и отражения сейсмических лучей. Закон Снеллиуса. Сейсмический луч в сферической Земле. Понятие и уравнение годографа. Ход сейсмических лучей в Земле (глобально), годографы для всей Земли. Основные оболочки Земли их свойства по сейсмическим данным. Определение координат землетрясения. Особенности пространственного распределения очагов. Характеристики силы землетрясений (баллы, магнитуда, энергетический класс, момент). Соотношение магнитуды и энергия землетрясения. Закон Гутенберга-Рихтера. Принципы работы сейсмографов.
<b>P6</b>	Магнитное поле Земли	Характеристики магнитного поля. Элементы магнитного поля Земли. Методы измерения магнитного поля. Представление магнитного поля Земли, разложение Гаусса. Главное и аномальное геомагнитное поле, дипольное поле, положение современного диполя. Главное и аномальное геомагнитное поле. Недипольное поле. Вариации геомагнитного поля. Магнитные аномалии Земли. Виды остаточной намагниченности горных пород. Палеомагнетизм. Теория происхождения магнитного поля Земли. Современные модели генерации геомагнитного поля. Физические основы геомагнитного динамо. Магнитометры принципы их работы.
<b>P7</b>	Тепловое поле Земли	Механизмы теплопередачи. Закон Фурье.  Тепловой поток на поверхности Земли, методы его измерения, основные результаты. Оценка распределения температуры в коре и верхней мантии методом реперных точек. Температура в нижней мантии и ядре Земли: адиабатический градиент, кривая плавления. Источники тепловой энергии Земли. Палеогеотермические реконструкции данных скважинной геотермии.
<b>P8</b>	Модели Земли	Плотностные модели Земли, общий принцип их построения. Уравнение Адамса-Вильямсона, области его применимости. Собственные колебания Земли (типы, моды). Регистрация собственных колебаний Земли. Применение собственных колебаний для построения моделей Земли. Современные радиальные модели Земли, их сходства и различия. Природа основных оболочек и границ в Земле (граница коры и мантии,

		ЗПС и граница Лемана, переходная зона в мантии, слой D'', граница ядра и мантии)
<b>P9</b>	Геодинамика	Понятие о свободной конвекции. Основные особенности конвекции. Уравнения тепловой и концентрационной конвекции. Число Рэлея, число Рейнольдса, как характеристики стиля конвекции. Модели мантийной конвекции с континентами. Влияние фазовых переходов в мантии на конвекцию. Проблема общемантийной и двухслойной конвекции в мантии. Физические основы тектоники плит и тектоники плюмов.
<b>P10</b>	Планеты земной группы	Сравнительный анализ планет земной группы по данным об их массах, радиусах, периодах вращения, гравитационных, магнитных полях и моментах инерции. Методы исследования. Сходство и различие методов расчета моделей внутреннего строения для Земли и других планет. Особенности строения и химического состава Земли, планет земной группы, Луны и спутников планет-гигантов.
<b>P11</b>	Планеты-гиганты	Сравнительный анализ планет-гигантов по данным об их массах, радиусах, периодах вращения, гравитационных, магнитных полях и моментах инерции. Методы исследования. Особенности методов расчета моделей внутреннего строения для планет гигантов по сравнению с планетами земной группы.
<b>P12</b>	Малые тела Солнечной системы (астероиды и метеориты).	Сравнительные характеристики и классификация строения, размеров, массы и химического состава метеоритов и астероидов. Роль изотопных методов анализа метеоритов для определения возраста Солнечной системы, Земли и планет.
<b>P13</b>	Основные стадии образования Земли и планет	Образование и рост малых тел, аккумуляция планет. Скорость аккумуляции Земли. Ударный нагрев, перемешивание вещества падающими телами. Влияние на нагрев, структуру и состав Земли размеров падающих на нее тел, вариаций их строения и химического состава. Теплоперенос в недрах ранней Земли: сравнение вкладов теплопроводности, тепловой конвекции, ударного перемешивания, дифференциации

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований



			глубоких знаний фундаментальных физико- математических дисциплин	
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физика Земли и планет**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Павлов, , А. Н.; Геофизика. Общий курс о природе Земли : учебник.; Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург; 2006; <http://www.iprbookshop.ru/12484.html> (Электронное издание)
2. ; Физика Земли : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259122> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Жарков, В. Н.; Физика планетных недр; Наука, Москва; 1980 (1 экз.)
2. Жарков, В. Н., Глико, А. О.; Физика земных недр; Наука и образование, Москва; 2012 (1 экз.)
3. Хаббард, У. Б., Уильям Б., Воронцов, С. В., Жарков, В. Н.; Внутреннее строение планет; Мир, Москва; 1987 (2 экз.)
4. , Филатов, В. В.; Физика Земли : учеб. пособие для вузов.; Изд-во УГГУ, Екатеринбург; 2005 (1 экз.)
5. Ромашов, А. Н.; Планета Земля: тектонофизика и эволюция; УРСС, Москва; 2003 (1 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Университетская библиотека онлайн. URL: <http://biblioclub.ru>
2. Электронная научная библиотека. URL: <https://elibrary.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. Информационно-поисковая система по астрономии ADS (Astrophysical Data System). URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/#>

4. Информационно-поисковая система препринтов по астрономии arXiv astro-ph. URL: <https://arxiv.org/archive/astro-ph>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Физика Земли и планет

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft C Student EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
---	----------------------------------	---	---