

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

04.06.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Физика Земли

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: Геофизика
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: геофизики
6. Составители программы: Глазнев Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., профессор
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета,
протокол № 6 от 04.06.2020 г.
8. Учебный год: 2022 Семестры: 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью преподавания дисциплины «Физика Земли» является подготовка бакалавров-геофизиков, владеющих современными знаниями о физических процессах, протекающих в недрах Земли, и механизмах эволюции её внутреннего строения; обладающих умениями и навыками изучения глобальных геофизических полей и глубинных оболочек планеты по данным геофизики.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование у обучаемых представлений о природе глобальных геофизических полей Земли и физических процессах, протекающих в её недрах;
- получение обучаемыми знаний о составе и состоянии вещества оболочек Земли, а также знаний о механизмах, характере и динамике эволюции внутреннего строения планеты;
- приобретение обучаемыми навыков практического вычисления глобальных геофизических полей, расчётов термодинамических условий в теле планеты и геодинамической трактовке моделей Земли.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1, вариативная часть.

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Информатика, Минералогия с основами кристаллографии, Ядерная физика, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Дифференциальные уравнения в геофизике, Магниторазведка, Гравиразведка, Методы математической физики в геофизике, Интегральные преобразования в геофизике, Спектральный анализ в геофизике, Электроразведка, Геофизические исследования скважин, Сейсморазведка, Геотектоника, Геоинформационные системы, Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Теория поля, Петрофизика, Сейсморазведка общей глубинной точки, Методы решения обратных задач геофизики, Прямые и обратные задачи геофизики, Магнитотеллурические методы, Методы структурной электроразведки.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Геолого-геофизические модели, Производственная преддипломная практика.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-3	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	Знать: современные теоретические представления о глобальных геофизических полях и физических процессах, протекающих в недрах Земли. Уметь: использовать базовые знания естественных наук для изучения внутреннего строения, динамики и глобальных геофизических полей планеты.
ПК-1	Способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в области геофизики	Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в недрах планеты и основные физические механизмы эволюции её внутреннего строения. Уметь: использовать базовые знания о составе и состоянии вещества оболочек Земли, а также знания о механизмах, характере и динамике эволюции её внутреннего строения, при описании глобальных геолого-геофизических процессов в теле планеты. Владеть: базовыми методами вычисления глобальных геофизических полей, расчётов термодинамических условий в теле планеты и геодинамической трактовки моделей Земли.

12. Объем дисциплины в зачётных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачёт/экзамен): зачёт.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	Всего	По семестрам		
		8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	72	72		
в том числе:				
лекции	12	12		
практические	12	12		
лабораторные	12	12		
Самостоятельная работа	36	36		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	0	0		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Земля во Вселенной	Земля как космический объект. Излучение и вещество во Вселенной. Большой взрыв. Формирования галактик. Эволюция звёзд в галактиках. Галактика Млечный путь. Солнечная система. Образование Солнечной системы. Формирование планет в Солнечной системе. Этапы формирования Земли. Оболочки современной Земли. Метеориты и строение Земли. Формирование Луны. Термическая модель ранней Земли. Возраст планеты.
1.2	Модели Земли по данным геофизики	Сейсмология и строение Земли. Сейсмология как инструмент изучения строения Земли. Сейсмологические волны. Волновое уравнение. Решение волнового уравнения. Волновой пакет. Энергия волн. Затухание волн. Добротность среды. Годограф сейсмологической волны. Наблюдательная сейсмология. Уравнение Адамса-Вильямсона. Собственные колебания Земли. Гравитационное поле и фигура Земли. Методы изучения формы Земли. Фигура Земли. Прецессия и нутация оси вращения. Перемещение полюсов. Системы измерений гравитационного поля Земли. Модели гравитационного поля. Карты гравитационных аномалий. Вариации гравитационного поля. Магнитное поле Земли. Системы измерений геомагнитного поля. Природа геомагнитного поля. Модели магнитного поля Земли. Спектральное представление магнитного поля. «Нормальное» магнитное поле Земли. МГД-теория магнитного поля Земли. Численное моделирование магнитного поля Земли. Карты магнитных аномалий. Медленные вариации геомагнитного поля. Тепловое поле Земли. Механизмы переноса тепла. Уравнение баланса тепла. Теплопроводность и теплоёмкость пород. Теплогенерация пород. Измерение теплового потока. Тепловой поток Земли. Расчёт стационарных температур. Температура в континентальной коре. Расчёт нестационарных температур. Температура в океанической коре. Стационарная температура в литосфере. Стационарная температура в мантии. Модели плавления силикатных пород. Температура плавления пород коры. Температура плавления мантийных пород. Температура плавления пород ядра. Реология вещества Земли. Понятие о реологии вещества Земли. Тензор напряжений. Главные напряжения. Шаровые и девиаторные напряжения. Напряжения на произвольной площадке. Диаграмма Мора. Диаграмма нагружения. Хрупкое разрушение. Неупругое деформирование. Идеальная вязкость. Реологические модели. Пластическое деформирование. Пластическое течение. Ползучесть. Оценки температур. Скорости деформаций. Модели ползучести для Земли. Оценки параметров реологии литосферы. Реологический профиль литосферы. Полное усилие в литосферной плите.

1.3	Строение и эволюция оболочек Земли	<p>Континентальная земная кора. Кора Земли как физическая среда. Состав земной коры. Возраст земной коры. Эволюция земной коры. Сейсмические данные ГСЗ. Данные МОГТ. Плотностные и магнитные модели. Изостазия. Термические модели. Комплексные модели коры. Волноводы в коре. Модели электропроводности в коре. Ксенолиты и состав континентальной коры.</p> <p>Океаническая земная кора. Земная кора океанов. Сейсмические данные ГСЗ. Данные МОГТ. Магнитные модели. Гравиметрия и плотностные модели. Нестационарные термические модели. Типы кислого магматизма коры. Эволюция земной коры.</p> <p>Мантия Земли. Строение и состав мантии. Сейсмические данные. Модель PREM. Распространение волн. SS волны. Sd и Pd волны. SS прекурсоры. Обменные волны. Анизотропия волн. Сейсмотомография. Результаты сейсмотомографии. Плотностные модели. Термические модели. Адиабатический градиент. Потенциальная температура. Электропроводность мантии. Механизмы электропроводности мантии.</p> <p>Динамика мантии. Однородная мантия PREM. Динамические модели мантии. Динамика вязкой среды. Число Релея. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Уравнения динамики вязкой среды. Уравнение Навье-Стокса. Эффективная вязкость. Уравнение теплопроводности. Численное моделирование. Конвекция в мантии. Конвекция во всей мантии. Конвекция с фазовыми переходами. Зоны СОХ и субдукции. Механизм очагов в зоне субдукции. Конвекция при наличии литосферных плит. Мантийные плюмы. Динамика мантии планет.</p> <p>Ядро Земли. Однородная модель ядра. Новые сейсмологические данные. Временные вариации времён пробега волн через ядро. Поверхность ядра. Пространственные вариации времён пробега волн. Анизотропия времён пробега волн в ядре. Оценка скачка плотности на границе внешнее-внутреннее ядро. Плотностная модель. Нейтринная томография ядра. Химический состав. Легкие элементы в ядре. Проблема калия. Инертные газы в ядре. Термическая модель ядра. Температура плавления. Закон Линдемана. Закон Краута-Кеннеди. Адиабатический градиент в ядре. Геотерма ядра. Слой F. Конвекция во внешнем ядре. Её соотношение с конвекцией в мантии. Эволюция ядра Земли. Длительность формирования. Модели формирования.</p>
2. Практические занятия		
2.1	Сейсмология и строение Земли	Сейсмологические волны. Затухание волн. Добротность среды.
2.2	Гравитационное поле и фигура Земли	Модели гравитационного поля. Карты гравитационных аномалий. Вариации гравитационного поля.
2.3	Магнитное поле Земли	Модели магнитного поля Земли. МГД-теория магнитного поля Земли. Медленные вариации геомагнитного поля.
2.4	Тепловое поле Земли	Стационарная температура в мантии. Температура плавления пород коры, мантийных пород и пород ядра.
2.5	Реология вещества Земли	Оценки параметров реологии литосферы. Реологический профиль литосферы. Полное усилие в литосферной плите.
2.6	Мантия Земли	Конвекция в мантии. Конвекция при наличии литосферных плит. Мантийные плюмы. Динамика мантии планет.
3. Лабораторные работы		
3.1	Сейсмология и строение Земли	Расчёт сейсмологического годографа для моделей верхней мантии.
3.2	Магнитное поле Земли	Расчёт магнитных аномалий океанической коры.
3.3	Континентальная земная кора	Расчёт стационарной и нестационарной температуры в континентальной литосфере.
3.4	Океаническая земная кора	Расчёт нестационарные термические модели движущейся океанической литосферной плиты.
3.5	Динамика мантии	Расчёт модели динамической изостазии для континентальной коры.
3.6	Реология вещества Земли	Расчёт реологического профиля литосферы и оценка суммарных сдвиговых напряжений.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Земля во Вселенной	1	1	-	4	-	6
2	Модели Земли по данным геофизики	6	6	10	16	-	38
3	Строение и эволюция оболочек Земли	5	5	2	16	-	28
	Итого:	12	12	12	36	-	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Физика Земли» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Физика Земли» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2717>, содержащего презентации лекций, необходимую литературу и ссылки на электронные ресурсы, практические задания по темам и вопросы для самоконтроля.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Магницкий, Владимир Александрович. Внутреннее строение и физика земли / В.А. Магницкий .— М. : Недра, 1965 .— 378,[1] с. : ил., табл.
2	Стогний, Валерий Васильевич. Физика Земли : учебное пособие для студ. вузов / В.В. Стогний, Г.А. Стогний ; Якут. гос. ун-т им. М.К.Аммосова .— Якутск : Изд-во Якутского университета, 2000 .— 190 с. : ил. — Библиогр.: с.182-187 .— ISBN 5-7513-0244-3.
3	Жарков, Владимир Наумович. Внутреннее строение Земли и планет / В.Н. Жарков .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1983 .— 414,[1] с : ил., табл.
4	Соколов, А. Г. Полевая геофизика : учебное пособие / А.Г.Соколов, О.В. Попова, Т.М. Кечина ; Министерство образования и науки Российской Федерации .— Оренбург : ОГУ, 2015 .— 160 с. : схем., ил. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— page=book&id=330594.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Тяпкин К.Ф. Физика Земли / К.Ф.Тяпкин. – Киев : Вища шк., 1998. – 312 с.
6	Стейси, Френк Д. Физика Земли / Ф. Стейси ; пер. с англ. А.А. Гвоздева и Д.М. Печерского ; под ред. В.Н. Жаркова .— М. : Мир, 1972 .— 342 с. : ил.
7	Хаббард, Уильям Б. Внутреннее строение планет / У.Б. Хаббард ; пер. с англ. С.В. Воронцова; под ред. В.Н. Жаркова .— М. : Мир, 1987 .— 326,[1] с. : ил.
8	Рингвуд, А.Е. Происхождение Земли и Луны / А.Е. Рингвуд ; пер. с англ. И.В. Матвеевой; под ред. А.А. Ярошевского .— М. : Недра, 1982 .— 292,[1] с. : ил.
9	Яновский, Борис Михайлович. Земной магнетизм : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов / Б.М. Яновский ; Ленинградский гос. ун-т им. А.А. Жданова .— Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1978 .— 591 с., [1] л. ил. : ил.
10	Ботт, Мартин. Внутреннее строение Земли / М. Ботт ; Пер. с англ. Ю.С. Доброхотова; Под ред. Е.Ф. Саваренского .— М. : Мир, 1974 .— 373 с. : ил., 1 л. ил.
11	Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология: Теория и методы. В 2-х томах / К.Аки, П.Ричардс. - М. : Мир, 1983 – 880 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
12	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
13	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
14	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
15	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
16	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
17	Электронный учебный курс «Физика Земли» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2717

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Электронный учебный курс «Физика Земли» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2717

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic Headcount – 25
4	СПС "Консультант Плюс" для образования
5	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
6	Неисключительные права на ПО KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - РасширенныйRussianEdition

Электронный курс лекций «Физика Земли» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2717>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515
2	104п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория информационных технологий	лаборатория	Персональный компьютер Core i3-4130 3,4 GH 4GB RAM DDR3-1600 500GB HDD2+2 USB 2.0/2USB 3.0 Intel graphics 4400 VGA/HDMI Mouse+Key Board (15 шт.), TV LG 42"

19. Фонд оценочных средств:

Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-3 Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	Знать: современные теоретические представления о глобальных геофизических полях и физических процессах, протекающих в недрах Земли. Уметь: использовать базовые знания естественных наук для изучения внутреннего строения, динамики и глобальных геофизических полей планеты.	Земля как космический объект. Строение Земли по сейсмологическим данным. Гравитационное поле и фигура Земли. Тепловое поле Земли. Магнитное поле Земли. Реология вещества Земли. Ядро Земли.	Рефераты № 1-17 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
		Континентальная земная кора. Океаническая земная кора. Мантия Земли. Динамика мантии.	Рефераты № 18- 28 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на

			образовательном портале ВГУ
<p>ПК-1</p> <p>Способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в области геофизики</p>	<p>Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в недрах планеты и основные физические механизмы эволюции её внутреннего строения.</p> <p>Уметь: использовать базовые знания о составе и состоянии вещества оболочек Земли, а также знания о механизмах, характере и динамике эволюции её внутреннего строения, при описании глобальных геолого-геофизических процессов в теле планеты.</p> <p>Владеть: базовыми методами вычисления глобальных геофизических полей, расчётов термодинамических условий в теле планеты и геодинамической трактовки моделей Земли.</p>	<p>Строение Земли по сейсмологическим данным. Гравитационное поле и фигура Земли. Тепловое поле Земли. Магнитное поле Земли. Реология вещества Земли. Ядро Земли.</p>	<p>Рефераты № 5-17</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
		<p>Континентальная земная кора. Океаническая земная кора. Мантия Земли. Динамика мантии.</p>	<p>Рефераты № 18-26</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
		<p>Континентальная земная кора. Океаническая земная кора. Мантия Земли. Динамика мантии.</p>	<p>Лабораторные работы № 1-7</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>
<p>Промежуточная аттестация (зачёт)</p> <p>Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ</p>			<p>КИМ № 1</p>

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области Физики Земли	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области геофизики, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач в области Физики Земли.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач по курсу «Физика Земли».	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету: (нужное выбрать)

1. Наша галактика и её характеристики. Сценарий формирования солнечной системы.
2. Формирование планет в Солнечной системе. Метеориты и строение Земли.

3. Этапы формирования Земли. Формирование Луны.
4. Термическая модель ранней Земли. Возраст планеты.
5. Сейсмологические волны.
6. Энергия волн. Затухание волн. Добротность среды.
7. Годограф сейсмологической волны.
8. Уравнение Адамса-Вильямсона.
9. Фигура Земли.
10. Модели гравитационного поля.
11. Вариации гравитационного поля.
12. Спектральное представление магнитного поля.
13. МГД-теория магнитного поля Земли.
14. Численное моделирование магнитного поля Земли.
15. Медленные вариации геомагнитного поля.
16. Механизмы переноса тепла. Уравнение баланса тепла.
17. Измерение теплового потока. Тепловой поток Земли.
18. Температура в континентальной коре. Температура в океанической коре.
19. Стационарная температура в мантии.
20. Температура плавления пород коры, мантийных пород и пород ядра.
21. Реологические модели. Модели ползучести для Земли.
22. Оценки параметров реологии литосферы.
23. Реологический профиль литосферы. Полное усилие в литосферной плите.
24. Строение и состав континентальной земной коры по геофизическим данным.
25. Строение и состав океанической земной коры по геофизическим данным.
26. Строение и состав мантии по геофизическим данным.
27. Сейсмотомография мантии.
28. Адиабатический градиент. Потенциальная температура.
29. Динамические модели мантии.
30. Уравнение Навье-Стокса.
31. Конвекция в мантии. Мантийные плюмы.
32. Строение и состав ядра Земли по геофизическим данным.
33. Нейтринная томография и оценка скачка плотности на границе внешнее-внутреннее ядро.
34. Термическая модель ядра и адиабатический градиент в ядре Земли.
35. Конвекция во внешнем ядре.
36. Модели формирования и эволюции ядра Земли.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. Сейсмологические волны. Затухание волн. Добротность среды.
2. Модели гравитационного поля. Карты гравитационных аномалий. Вариации гравитационного поля.
3. Модели магнитного поля Земли. МГД-теория магнитного поля Земли. Медленные вариации геомагнитного поля.
4. Стационарная температура в мантии. Температура плавления пород коры, мантийных пород и пород ядра.
5. Оценки параметров реологии литосферы. Реологический профиль литосферы. Полное усилие в литосферной плите.
6. Конвекция в мантии. Конвекция при наличии литосферных плит. Мантийные плюмы. Динамика мантии планет.

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

1. Аккреция планетной системы. Сценарий формирования Земли и Луны.
2. Приливы в Земле.
3. Годографы сейсмологических волн, их типы и особенности хода лучей в Земле.
4. Поверхностные волны при изучении строения Земли.
5. Добротность оболочек Земли.
6. Фигура Земли. Аномалии геоида. Гравитационные аномалии.
7. Уравнение теплопроводности и проблемы его решения для Земли.
8. Механизмы теплопроводности в оболочках Земли.

9. Температура в литосфере с учетом радиоактивных источников тепла.
10. Плавление пород литосферы.
11. Адиабатический градиент и температура в мантии.
12. Термическая история Земли.
13. Теория геомагнитное динамо.
14. Инверсии магнитного поля и палеомагнитная шкала.
15. Упругая и неупругая деформация, крип.
16. Реологические модели: прочность, вязкость и ползучесть.
17. Нагрузка слоистой модели среды. Оценка напряжений в литосфере.
18. Строение континентальной коры по сейсмическим данным.
19. Сейсмические модели океанической коры.
20. Изостазия для континентальной и океанической коры.
21. Строение мантии по сейсмологическим данным и данным ГСЗ.
22. Электропроводность мантии по данным МТЗ.
23. Состав верхней мантии. Фазовые переходы в верхней мантии.
24. Конвекция в мантии. Двухмерные и трехмерные модели конвекции.
25. Мантийные плюмы и их механизмы.
26. Сейсмическая томография мантии и множественные плюмы.
27. Тепловая конвекция, теплота кристаллизации и гравитационная конвекция в ядре.
28. Эволюция хондритовой модели системы ядро-мантия.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины Физика Земли осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме лабораторных работ. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний), позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в области Физики Земли.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.