

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"



## Физика Земли

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Экспериментальной физики</b>	
Учебный план	b030302-ЦифрТех-19-1.plx 03.03.02 ФИЗИКА Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачеты 3
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	44	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рпд		
Неделя	17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	44	44	44	44
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Алексеев Максим Михайлович



Рабочая программа дисциплины

**Физика Земли**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 14 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой д. ф.-м. н., профессор А.В. Ельников



Председатель УМС к.т.н., доцент Тарасонов Д.В.

07 06 2019 г. 1 06/19



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения курса является ознакомление с современными данными о строении Земли, её физических свойствах, составе и состоянии глубоких недр Земли. Формирование научных представлений о происхождении, строении, геологической истории Земли, об общих закономерностях, определяющих, химический состав и физическое строение вещества земной коры и планет земной группы.
-----	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Химия
2.1.2	Аналитическая геометрия
2.1.3	Механика
2.1.4	Линейная алгебра
2.1.5	Экология
2.1.6	Молекулярная физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Методы геофизических исследований
2.2.2	Геофизические методы исследования скважин
2.2.3	Физика горных пород
2.2.4	Физические основы разработки месторождений нефти

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОК-6:** способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**ОК-7:** способностью к самоорганизации и самообразованию

**ОПК-1:** способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

**ПК-1:** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	структуру и основы физики Земли, её роль в системе дисциплин естественных наук;
3.1.2	строение, состав, основные оболочки Земли; характеристики физических полей Земли - гравитационное и магнитное поля Земли; реологические характеристики Земли;
3.1.3	методы изучения внутреннего строения Земли и ее внешних полей; методы построения моделей Земли; историю развития и эволюцию Земли; физические характеристики и физические процессы; их связь с геотектоникой и геодинамикой.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	привлекать полученные знания для правильного понимания геодинамических и геотектонических концепций;
3.2.2	использовать средства и методы получения исходной информации для решения задач физики Земли;
3.2.3	привлекать полученные знания для правильного понимания геодинамических и геотектонических концепций;
3.2.4	работать в коллективе.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами построения физических моделей реальных явлений и процессов;
3.3.2	навыками поиска необходимой информации из опубликованных источников и Интернета о физических параметрах Земли, распределении землетрясений в различных ее частях, состоянии магнитосферы;
3.3.3	основами методов геофизических исследований при изучении природных и техногенных физических полей.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Происхождение</b>						
1.1	Цели изучения и разделы дисциплины. Происхождение Вселенной. Происхождение Галактик. Происхождение	3	2	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
1.2	Происхождение Вселенной и Земли. Эволюция Вселенной. /Ср/	3	2	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
	<b>Раздел 2. Реология</b>						
2.1	Реологические соотношения. Уравнения движения сплошной среды. Реологическое тело Гука. Реологическое тело Ньютона. Линейные упруго-вязкие реологические	3	4	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
2.2	Лабораторная работа по теме "Реология вещества Земли" /Лаб/	3	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
2.3	Реология вещества Земли /Ср/	3	6	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
	<b>Раздел 3. Гравитационное поле</b>						
3.1	Фигура Земли. Нормальная фигура Земли. Сфероид Клеро. Геоид. Момент инерции Земли. Гравитационное поле Земли. Методы	3	6	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
3.2	Решение задач по теме "Гравитационное поле и фигура Земли" /Лаб/	3	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
3.3	Гравитационное поле и фигура Земли /Ср/	3	8	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
	<b>Раздел 4. Строение Земли по данным</b>						
4.1	Ход лучей в Земле. Годографы для Земли. Сейсмическая модель Земли по данным наблюдений за	3	6	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3		Устный опрос
4.2	Решение задач по теме "Строение Земли по данным сейсмологии" /Лаб/	3	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
4.3	Строение Земли по данным сейсмологии /Ср/	3	8	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
	<b>Раздел 5. Модели</b>						

5.1	Плотностные модели Земли. Общий принцип построения моделей	3	4	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
5.2	Решение задач по теме "Модели Земли" /Лаб/	3	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
5.3	Модели Земли /Ср/	3	6	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 6. Геотермия</b>							
6.1	Распределение температуры в верхних частях Земли. Температура в нижней	3	4	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
6.2	Решение задач по теме "Геотермия" /Лаб/	3	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
6.3	Геотермия /Ср/	3	6	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 7. Магнитное</b>							
7.1	Элементы магнитного поля Земли. Вариации геомагнитного поля. Палеомагнетизм. Теория происхождения	3	6	ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
7.2	Решение задач по теме "Магнитное поле Земли" /Лаб/	3	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
7.3	Магнитное поле Земли /Ср/	3	8	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 8.</b>							
8.1	Контрольная работа /Контр.раб./	3	0	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	0	Контрольная работа
8.2	Зачет /Зачёт/	3	0	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3	0	

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	
<b>5.1. Контрольные вопросы и задания</b>	
Приведены в Приложении 1	
<b>5.2. Темы письменных работ</b>	
Приведены в Приложении 1	
<b>5.3. Фонд оценочных средств</b>	
Приведены в приложении 1	
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>	
1. Вопросы устного опроса. 2. Темы лабораторных работ. 4. Примерные задания контрольной работы. 5. Вопросы к зачету.	

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Богословский В. А., Хмелевский В. К.	Геофизика: учебник	Москва: Книжный дом Университет, 2015	15
Л1.2	Трухин В. И., Показеев К. В., Куницын В. Е.	Общая и экологическая геофизика: учебник	Москва: Физматлит, 2005, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2348">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2348</a>	1
Л1.3	Захаров В. С., Смирнов В. Б.	Физика Земли: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, <a href="http://znanium.com/go.php?id=635229">http://znanium.com/go.php?id=635229</a>	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2016	30
Л2.2	Павлов А. Н.	Геофизика. Общий курс о природе Земли: Учебник	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006, <a href="http://www.iprbookshop.ru/12484">http://www.iprbookshop.ru/12484</a>	1
Л2.3	Данилов В. Л.	Стационарные обратные краевые задачи геофизики и механики и их решение методами установления	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013, <a href="http://www.iprbookshop.ru/28915">http://www.iprbookshop.ru/28915</a>	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Алексеев М. М., Алексеев М. В.	Физика Земли: учебно-методическое пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016	20

#### **6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

Э1	Geophysical Exploration в каталоге ссылок Open Directory Project
Э2	Все о геологии - неофициальный сервер геологического факультета МГУ
Э3	Мировой центр данных по физике твердой Земли

#### **6.3.1 Перечень программного обеспечения**

6.3.1.1	Microsoft Office
6.3.1.2	Справочные информационные базы: «Гарант», «Консультант плюс», «Консультант-регион»

#### **6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для предоставления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах.
-----	---

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

--

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине**  
**Физика Земли**

Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	03.03.02
	Физика
Направленность (специализация)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики



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

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

**Типовые вопросы для устного вопроса**

Раздел «Происхождение Вселенной и Земли. Эволюция Вселенной»

- 1) Цели изучения дисциплины.
- 2) Разделы дисциплины.
- 3) Происхождение Вселенной.
- 4) Происхождение Галактик.
- 5) Происхождение Солнечной системы.
- 6) Происхождение планет, спутников планет, метеоритных поясов.

Раздел «Реология вещества Земли»

- 1) Реологические соотношения,
- 2) Уравнения движения сплошной среды.
- 3) Реологическое тело Гука.
- 4) Реологическое тело Ньютона.
- 5) Линейные упруго-вязкие реологические тела.
- 6) Оценка вязкости астеносферы по послеледниковому поднятию.
- 7) Вязкость различных оболочек Земли.

Раздел «Гравитационное поле и фигура Земли»

- 1) Фигура Земли.
- 2) Нормальная фигура Земли.
- 3) Сфероид Клеро.
- 4) Геоид.
- 5) Момент инерции Земли.
- 6) Гравитационное поле Земли.
- 7) Методы изучения гравитационного поля Земли.
- 8) Изостазия, изостатические схемы.

Раздел «Строение Земли по данным сейсмологии»

- 9) Ход лучей в Земле.
- 10) Географы для Земли.
- 11) Сейсмическая модель Земли по данным наблюдений за распространением объемных волн.

Раздел «Модели Земли»

- 1) Плотностные модели Земли.
- 2) Общий принцип построения моделей Земли.
- 3) Современные модели Земли.

Раздел «Геотермия»

- 1) Распределение температуры в верхних частях Земли.
- 2) Температура в нижней мантии.
- 3) Температура в ядре Земли.

Раздел «Магнитное поле Земли»

- 1) Элементы магнитного поля Земли.

- 2) Вариации геомагнитного поля.
- 3) Палеомагнетизм.
- 4) Теория происхождения магнитного поля Земли.

### Темы лабораторных работ

Лабораторная работа по теме «Реология вещества Земли»

Задания из раздела «Реология вещества Земли» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

Лабораторная работа по теме «Гравитационное поле и фигура Земли»

Задания из раздела «Гравитационное поле, фигура Земли» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

Лабораторная работа по теме «Модели Земли»

Задания из раздела «Модели Земли» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

Лабораторная работа по теме «Строение Земли по данным сейсмологии»

Задания из раздела «Строение Земли по сейсмическим данным» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

Лабораторная работа по теме «Геотермия»

Задания из раздела «Геотермия» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

Лабораторная работа по теме «Магнитное поле Земли»

Задания из раздела «Магнитное поле Земли» учебно-методического пособия: Алексеев М.М. Физика Земли : учеб.-метод. пособие / М.М. Алексеев, М.В. Алексеев ; Сургут. гос. ун-т. - Сургут ИЦ СурГУ, 2016 — 56 с.

### Типовые варианты заданий для контрольной работы

Вариант 1

- 1) Вычислить полярный, экваториальный и средний моменты инерции Земли, если известны: гравитационный момент  $J_2 = 1,0827 \cdot 10^{-3}$  и постоянная прецессия земной оси  $N = 305,51^{-1}$ .
- 2) Вычислить отношение следующих ускорений: ускорения, вызываемого силой тяготения на поверхности Земли, ускорения, обусловленного центробежной силой инерции на экваторе Земли, ускорения, сообщаемого телам на Земле Солнцем.
- 3) Определить поправки Буге и Фая, если плотность промежуточного слоя принять равной  $\rho = 2,67$  г/см<sup>3</sup>, а измеренное значение поля силы тяжести в шахте на глубине  $h = 1$  км равно  $g_{изм} = 981000$  мГл.

Вариант 2

- 1) Определить глубину океана  $h_\omega$ , если плотность мантии равна  $\rho_m = 3300$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды -  $\rho_\omega = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, толщина океанической коры равна  $h_{oc} = 6$  км с плотностью  $\rho_{oc} = 2900$  кг/м<sup>3</sup>, а континентальная кора имеет следующие параметры: толщина -  $h_{cc} = 35$  км, плотность -  $\rho_{cc} = 2800$  кг/м<sup>3</sup>.
- 2) Скорость сейсмической волны изменяется с глубиной по линейному закону  $V = V_0(1 + b \cdot z)$ ,  $b = 0,084$  1/км,  $V_0 = 1,5$  км/с. Оценить глубину проникновения луча

при заданном законе изменения скорости, если угол выхода луча из источника волн равен  $i_0 = 20^\circ$ .

- 3) Из годографа волн от очага землетрясения, находящегося на глубине Земли  $h = 700$  км, известно максимальное значение параметра луча  $p = 0,55 \cdot 10^3$  с. Найти скорость волн на этой глубине.

Вариант 3

- 1) На сейсмографе интервал времени между прибытием первых  $P$ -волн и первых  $S$ -волн составил 5 минут. Оценить расстояние между сейсмографом и эпицентром землетрясения, если принять скорость продольной волны равной 6 км/с, а скорость поперечной волны - 3,6 км/с.
- 2) Оценить средний тепловой поток, обеспечиваемый теплогенерацией Земли за счет радиоактивных элементов ( $2,45 \cdot 10^{20}$  кал/год). Тепловой поток представить в единицах етп.
- 3) Определить верхний предел для скорости остывания земли со временем, если  $Q_{ср} = 75$  мВт/м<sup>2</sup>,  $R = 6371$  км,  $\rho = 5520$  кг/м<sup>3</sup>,  $c = 920$  Дж/(кг·К)

Вариант 4

- 1) Найти потенциал магнитного поля Земли для г. Сургута ( $61,3^\circ$  с. ш.  $73,4^\circ$  в. д.), считая, что магнитный диполь находится в центре Земли и наклонен по отношению к оси ее вращения, если точные координаты магнитного полюса в настоящее время равны  $78,8^\circ$  с.ш. и  $70,9^\circ$  з.д.
- 2) Магнитный момент диполя помещенного в центр Земли равен  $M = 8 \cdot 10^{22}$  А·м<sup>2</sup> и пусть его ось совпадает с осью вращения Земли. Определить величину склонения и наклонения магнитного поля Земли в точке с координатами г. Сургута ( $61,3^\circ$  с. ш.  $73,4^\circ$  в. д.).
- 3) Определить первые коэффициенты Гаусса  $g_1^0$ ,  $g_1^1$  и  $h_1^1$  геомагнитного потенциала, если точные координаты магнитного полюса в настоящее время равны  $78,8$  градусам с.ш. и  $70,9$  градусам з.д.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)**

Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»	Вид задания
<p>Типовые вопросы к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значение реологии для физики Земли и геодинамики.</li> <li>2. Процессы неупругой деформации. Кривая ползучести. Теоретические модели процесса.</li> <li>3. Реологические модели Кельвина, Максвелла, Шведова-Бингама.</li> <li>4. Механизмы вязкости твёрдых тел.</li> <li>5. Спутниковые данные о гравитационном поле. Нормальный потенциал. Нормальное ускорение силы тяжести.</li> <li>6. Фигура равновесия вращающейся жидкости, гидростатическое равновесие Земли и отклонение Земли от гидростатического равновесия.</li> <li>7. Понятие изостазии, изостатические схемы.</li> <li>8. Понятие сейсмического луча, законы отражения и преломления. Уравнение сейсмического луча.</li> <li>9. Методы обращения годографа. Метод Герглотца-Вихерта. Проблема обращения годографа. Использование</li> </ol>	<p>теоретический</p>

<p>поверхностных волн для изучения строения Земли.</p> <p>10. Сейсмическая модель Земли по данным наблюдений за распространением объёмных волн.</p> <p>11. Плотностные модели Земли, общий принцип их построения. Уравнение Адамса-Вильямсона, области его применимости.</p> <p>12. Собственные колебания Земли, их значение для построения моделей Земли.</p> <p>13. Тепловой поток, методы его измерения, результаты для поверхности Земли.</p> <p>14. Уравнение теплопроводности, учёт данных о радиоактивных источниках тепла.</p> <p>15. Источники тепловой энергии Земли.</p> <p>16. Элементы магнитного поля Земли. Методы измерения магнитного поля.</p> <p>17. Аномальное магнитное поле. Вариации геомагнитного поля.</p> <p>18. Тепловой поток, методы его измерения, результаты для поверхности Земли.</p> <p>19. Теория происхождения магнитного поля Земли.</p>	
---	--

Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет»	Вид задания
<p>Типовые варианты задач к зачету:</p> <p>1. Определите давление на подошве верхней мантии (<math>h = 800</math> км), если ее плотность <math>\rho = 4380</math> кг/м<sup>3</sup>, радиус Земли <math>R_3 = 6378</math> км.</p> <p>2. Считая в первом приближении фигуру Земли сфероидом, определите ускорение силы тяжести на поверхности Земли широты местности проживания, если ускорение силы тяжести на экваторе <math>g_e = 9,78013</math> м/с<sup>2</sup>.</p> <p>3. Сравнить скорости продольной и поперечной сейсмических волн для слоя, если его плотность <math>\rho = 3,34</math> г/см<sup>3</sup>, модуль всестороннего сжатия <math>K = 1,0 \cdot 10^{12}</math> дин/см<sup>2</sup>, модуль сдвига <math>\mu = 0,65 \cdot 10^{12}</math> дин/см<sup>2</sup>.</p> <p>4. Рассчитать плотность (<math>\rho</math>) внутри Земли для фиксированных глубин по формуле Роша, приняв, что постоянные <math>\rho_c = 11,35</math> г/см<sup>3</sup>, <math>a = 1,07</math>.</p> <p>5. Оценить количество тепла для разогрева Земли до температуры 1000 К, если принять среднюю удельную теплоемкость при постоянном давлении равной 0,3 кал/(г·К).</p> <p>6. Магнитный момент диполя помещенного в центр Земли равен <math>M = 8 \cdot 10^{22}</math> А·м<sup>2</sup> и его ось совпадает с осью вращения Земли. Найти величины склонения и наклонения магнитного поля Земли в зависимости от широты местности.</p>	практический

Задание для показателя оценивания дескриптора «Владеет»	Вид задания
Защита отчета одного из лабораторных заданий	практический

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Схема оценивания правильности ответов на устный опрос:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Устный опрос	ОПК-1, ПК-1	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.	Аттестован
		Обнаружены пробелы в знаниях основного материала по теме опроса.	Не аттестован

Схема оценивания правильности выполнения лабораторных работ:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Лабораторная работа	ОК-6; ОПК-1, ПК-1	Выполнены и получены правильные ответы на все задания работы. Корректно и развернуто оформлены решения и результаты работы.	Зачтено
		В решении заданий демонстрируется фрагментарный, разрозненный характер знаний материала, допускаются грубые ошибки в формулировках основных понятий и неспособность использовать полученные знания при решении поставленных задач.	Не зачтено

Схема оценивания правильности выполнения контрольной работы:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Контрольная работа	ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Получен правильный ответ и приводится верное аналитическое решение на одну из предлагаемых задач.	Аттестован
		Ни одна из предложенных задач не решена верно.	Не аттестован

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)**

К зачету допускаются обучающиеся, успешно прошедшие все формы текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Общая оценка выставляется по следующей схеме оценивания:

Задания на зачете	Проверяемые компетенции	Оценка
		Зачтено (Ответы на поставленные вопросы в

Ответ на вопрос билета	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.)
		Не зачтено (Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.)
Решение задачи билета	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Получен правильный ответ и приводится верное аналитическое решение.)
		Не зачтено (Задача решена неверно.)
Защита отчета одного из лабораторных заданий	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Студент демонстрирует понимание рассматриваемой проблемы, эрудицию, аналитические способности. Задания выполнены полностью и верно.)
		Не зачтено (Студент демонстрирует фрагментарный, разрозненный характер знаний материала, допускает грубые ошибки и не способен использовать полученные знания при решении практических задач.)
Общая оценка	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Оценка «зачтено» по всем задания билета.)
		Не зачтено (Оценка «не зачтено» по одному из заданий билета.)