

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Общая геофизика

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы

Общая и прикладная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03.01 Общая геофизика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ПК-1.1: Демонстрация способности самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ПК-1.1: Знать состав и строение геосферных оболочек Земли (атмосферы, океана, биосферы, криосферы, литосферы); основные физические процессы в геосферных оболочках и их роль в климатической системе Земли Уметь свободно ориентироваться в фундаментальных аспектах геофизики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач, систематизировать основные источники знаний о геосферных оболочках Земли Владеть базовыми навыками решения геофизических задач, пользоваться простейшими количественными методами при анализе физических и химических процессов, протекающих в различных геосферах, знать основы теории климата	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ПК-2: Способен самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и ориентироваться в передовых теоретических	ПК-2.1: Демонстрация способности самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и ориентироваться в передовых теоретических	ПК-2.1: Знать состав и строение геосферных оболочек Земли, основные физические процессы в геосферных оболочках, причинно-следственные связи, ведущие к	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

концепциях и достижениях современной физики	концепциях и достижениях современной физики	<p>изменениям окружающей среды в условиях изменяющегося климата</p> <p>Уметь систематизировать основные источники знаний о геосферных оболочках Земли, анализировать результаты использования простейших моделей; объяснять причины и по-следствия изменения окружающей среды и биосферы; само-стоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики атмосферы и океана, решать их с помощью со-временной аппаратуры и информационных технологий с ис-пользованием новейшего российского и зарубежного опыта.</p> <p>Владеть навыками проведения научных исследований в области физики атмосферы и океана с учетом характеристик и возможностей современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и за-рубежного опыта.</p>		
---	---	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение. Земля-планета солнечной системы.	6	1	1	2	4
Гравитационное поле Земли.	6	1	1	2	4
Физика твердой Земли. Литосфера.	6	1	1	2	4
Физика твердой Земли. Литосфера.	6	1	1	2	4
Геофизическая электродинамика.	8	2	2	4	4
Ионосфера и магнитосфера.	8	2	2	4	4
Электрическое поле. Глобальная электрическая цепь.	8	2	2	4	4
Криосфера.	8	2	2	4	4
Биосфера.	8	2	2	4	4
Взаимосвязь географических оболочек Земли и ее моделирование.	6	2	2	4	2
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	16	16	34	38

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Введение. Земля-планета солнечной системы.

Гравитационное поле Земли.

Физика твердой Земли. Литосфера.

Физика твердой Земли. Литосфера.

Геофизическая электродинамика.

Ионосфера и магнитосфера.

Электрическое поле. Глобальная электрическая цепь.

Криосфера.

Биосфера.

Взаимосвязь географических оболочек Земли и ее моделирование.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

а) основная литература:

1. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. – М., Наука, 1983.
2. Общая геофизика. Ред. В.А.Магницкий. Изд. МГУ, 1992.
3. Стейси Ф. Физика Земли. – М., Мир, 1972.
4. Базелян Э.М., Райзер Ю.П., Физика молнии и молниезащиты, М., Физматлит, 2001.
5. Моффат Т. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде. – М., Мир, 1980.
6. Райзер Ю.П. Физика газового разряда.
7. Чалмерс Дж. Атмосферное электричество. – М., Мир, 1974.
8. Юман М. Молния. – М., Мир, 1976.
9. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л., Гидрометеиздат, 1984.
10. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. – Л., Гидрометеиздат, 1978.
11. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1994.

б) дополнительная литература:

1. Владимиров В.И. Физическая теория пластичности и прочности. – Л., Изд. ЛГУ, 1975.
2. Жарков В.Н., Трубицын В.П. Физика планетных недр. – М., Наука, 1980.
3. Касахара К. Механика землетрясений. – М., Мир, 1985.
4. Лайонс Л., Уильямс Д. Физика магнитосферы. - М., Мир, 1987.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. – М., Наука, 1987.
6. Моффат Т. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде. – М., Мир, 1980.
7. Физика космоса: Маленькая энциклопедия. - М.: Советская энциклопедия, 1986.
8. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. – М., Мир, 1972. – М., Мир, 1985.
9. Джексон Дж. Классическая электродинамика. – М., Мир, 1976.
10. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. – М., Наука, 1983.
11. Имянитов И.М., Чубарина Е.В., Шварц Я.М. Электричество облаков. - Л.: Гидрометеиздат, 1971.
12. Лайонс Л., Уильямс Д. Физика магнитосферы. - М., Мир, 1987.
13. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. – М., Наука, 1987.
14. Физика космоса: Маленькая энциклопедия. - М.: Советская энциклопедия, 1986.
15. MacGorman, D. R., and W.D. Rust, The electrical nature of storms, Oxford Univ. Press, 1998.
16. Rakov, V.A., and M.A. Uman, Lightning:physics and effects, Cambridge Univ. Press, 2002.
17. 690 p.
18. Гуревич, А.В., Зыбин К.П. Пробой на убегающих электронах и электрические разряды в грозовых облаках. УФН, Т.44, N11, 1177-1199, 2001.
19. Мареев Е.А, Трахтенгерц В.Ю. О проблеме электрического динамо, Известия ВУ-Зов - Радиофизика. т.39, N 6, с. 797-814, 1996.
20. Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. - Л., 1985.
21. Ван Мигем Ж. Энергетика атмосферы. - Л., Гидрометеиздат, 1977.
22. Винниченко Н.К., Пинус Н.З. и др. Турбулентность в свободной атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1985.
23. Матвеев Л.Т. Динамика облаков. – Л., Гидрометеиздат, 1970.
24. Монин А.С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. – Л., 1988.

25. Монин А.С. Основы теории климата. - Л., 1982.
26. Роджерс У. Введение в физику облаков. - М.: Мир, 1979.
27. Флигель Р., Бузингер Дж. Введение в физику атмосферы.-М.: Мир, 1965.
28. Энциклопедия «Современное естествознание». Т.9. Науки о Земле. Т.2. Физика волновых процессов. М., Магистр-Пресс, 2000.

курсы лекций:

1. Общая геофизика. Ред. В.А.Магницкий. Изд. МГУ, 1995.  
<http://www.studfiles.ru/preview/4521494/>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. Грязнова И.Ю., Лабутина М.С., Прончатов-Рубцов Н.Р. Теория однократного рас-сеяния волн и ее приложение к задачам акустики природных сред: Учебное посо-бие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 80 с.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Scattering.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Scattering.pdf)

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

**Задача 1.** Найти безразмерный момент инерции планеты с постоянной плотностью. Чему равен безразмерный момент инерции Земли? Как должен с ним соотноситься соответствующий параметр для Луны?

**Задача 2.** Нарисуйте качественно распределение скоростей продольных и поперечных волн внутри Земли. Каково распределение физических параметров недр планеты, соответствующее такому поведению сейсмических волн?

**Задача 3.** Температура земной коры повышается на 20°C с каждым километром глубины, начиная с поверхности. Пользуясь уравнением теплопроводности, оцените количество тепла, достигающее поверхности и передаваемое атмосфере. Коэффициент теплопроводности для базальта равен 2 Дж/мсК. Оцените температуру земной поверхности без учета энергии Солнца, соответствующую данному потоку излучения с поверхности.

**Задача 4.** Поясните качественно картину накопления и диссипации электрической энергии в грозовом облаке. Приведите количественные оценки для величины запасаемой и диссипируемой в процессе разряда энергии.

**Задача 5.** Приведите основные характеристики магнитного поля Земли и его вариаций. Каковы современные представления о формировании геомагнитного поля, его инверсий и их последствий для биосферы?

**Задача 6.** Интегрируя распределение Планка по всем длинам волн, получите формулу для полной энергии, излучаемой телом с температурой за 1 секунду и, тем самым, определите значение постоянной Стефана-Больцмана. Найдите с помощью этой формулы полную энергию,

получаемую Землей от Солнца за 1 секунду, зная температуру поверхности Солнца 6 тыс. градусов, расстояние от Солнца до Земли 150 млн. км и радиус Земли 6.37 тыс. км.

### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

**Задача 7.** Что такое альфа-эффект в теории магнитного динамо? Поясните качественно механизм возникновения этого эффекта в среде с ненулевой спиральностью и его значение для теории геомагнитного динамо.

**Задача 8.** Попробуйте вывести дисперсионное уравнение, описывающее распространение звука в униполярно заряженной сплошной слабопроводящей среде.

**Задача 9.** Каковы основные безразмерные параметры, определяющие крупномасштабную структуру и динамику атмосферы и океана? Ответ обоснуйте с помощью системы уравнений геофизической гидродинамики.

**Задача 10.** Объясните физический механизм возникновения геострофического ветра, а также северо- и юго-восточных пассатов.

**Задача 11.** Оцените понижение температуры адиабатически расширяющегося объема влажного атмосферного воздуха при его подъеме на высоту 1 км, если начальная температура была равна 27°C, а масса сконденсировавшегося пара - 0,001 массы воздуха. Давление воздуха на высоте 1 км составляет примерно 0,9 от давления у поверхности Земли.

**Задача 12.** Каковы основные факторы формирования климата Земли? Каковы основные обратные связи в Земной климатической системе?

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы

Оценка	Критерии оценивания
	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные



	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

**Задача 1.** Найти безразмерный момент инерции планеты с постоянной плотностью. Чему равен безразмерный момент инерции Земли? Как должен с ним соотноситься соответствующий параметр для Луны?

**Задача 2.** Нарисуйте качественно распределение скоростей продольных и поперечных волн внутри Земли. Каково распределение физических параметров недр планеты, соответствующее такому поведению сейсмических волн?

**Задача 3.** Температура земной коры повышается на  $20^{\circ}\text{C}$  с каждым километром глубины, начиная с поверхности. Пользуясь уравнением теплопроводности, оцените количество тепла, достигающее поверхности и передаваемое атмосфере. Коэффициент теплопроводности для базальта равен  $2 \text{ Дж/мсК}$ . Оцените температуру земной поверхности без учета энергии Солнца, соответствующую данному потоку излучения с поверхности.

**Задача 4.** Поясните качественно картину накопления и диссипации электрической энергии в грозовом облаке. Приведите количественные оценки для величины запасаемой и диссипируемой в процессе разряда энергии.

**Задача 5.** Приведите основные характеристики магнитного поля Земли и его вариаций. Каковы современные представления о формировании геомагнитного поля, его инверсий и их последствий для биосферы?

**Задача 6.** Интегрируя распределение Планка по всем длинам волн, получите формулу для полной энергии, излучаемой телом с температурой за 1 секунду и, тем самым, определите значение постоянной Стефана-Больцмана. Найдите с помощью этой формулы полную энергию, получаемую Землей от Солнца за 1 секунду, зная температуру поверхности Солнца  $6 \text{ тыс. градусов}$ , расстояние от Солнца до Земли  $150 \text{ млн. км}$  и радиус Земли  $6.37 \text{ тыс. км}$ .

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

**Задача 7.** Что такое альфа-эффект в теории магнитного динамо? Поясните качественно механизм возникновения этого эффекта в среде с ненулевой спиральностью и его значение для теории геомагнитного динамо.

**Задача 8.** Попробуйте вывести дисперсионное уравнение, описывающее распространение звука в униполярно заряженной сплошной слабопроводящей среде.

**Задача 9.** Каковы основные безразмерные параметры, определяющие крупномасштабную структуру и динамику атмосферы и океана? Ответ обоснуйте с помощью системы уравнений геофизической гидродинамики.

**Задача 10.** Объясните физический механизм возникновения геострофического ветра, а также северо- и юго-восточных пассатов.

**Задача 11.** Оцените понижение температуры адиабатически расширяющегося объема влажного атмосферного воздуха при его подъеме на высоту  $1 \text{ км}$ , если начальная температура была равна  $27^{\circ}\text{C}$ , а масса сконденсировавшегося пара -  $0,001$  массы воздуха. Давление воздуха на высоте  $1 \text{ км}$  составляет примерно  $0,9$  от давления у поверхности Земли.

**Задача 12.** Каковы основные факторы формирования климата Земли? Каковы основные обратные связи в Земной климатической системе?

**Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

1. Положение Земли во Вселенной.
2. Солнце. Планеты солнечной системы.
3. Планета Земля: характеристики, внутреннее строение. Система Земля-Луна.
4. Обращение Земли вокруг Солнца и его геофизические следствия.
5. Осевое вращение Земли и его следствия. Форма Земли.
6. Уравнения движения упругой среды.
7. Продольные и поперечные сейсмические волны. Собственные колебания Земли.
8. Годограф и траектории объемных сейсмических волн. Определение плотности земных недр по скоростям сейсмических волн.
9. Плотность и состав земных недр. Современные модели строения Земли.
10. Геологические свидетельства текучести литосферы.
11. Глобальная тектоника плит.
12. Ледовый покров Земли.
13. Тепловое состояние Земли.
14. Основные характеристики землетрясений.
15. Физическая природа вулканизма.
16. Уравнения магнитной гидродинамики.
17. МГД течения.
18. Магнитное динамо.
19. Турбулентное магнитное динамо.
20. Альфа-эффект в теории динамо.
21. Основные сведения о магнитном поле Земли.
22. Магнитосфера. Воздействие Солнца на магнитосферу.
23. Уравнения электрической гидродинамики.
24. Виды газового разряда.

25. Ионизация в атмосфере.
26. Глобальная электрическая цепь.
27. Электрическое поле в атмосфере и механизмы его генерации.
28. Искровой разряд. Молния.
29. Характеристики молниевых разрядов в атмосфере.
30. Состав и вертикальное строение атмосферы.
31. Характеристики солнечной радиации. Солнечная постоянная.
32. Трансформация солнечной радиации в атмосфере. Процессы поглощения, отражения и рассеяния солнечной радиации.
33. Радиационный баланс и его составляющие.
34. Парниковый эффект в атмосфере.
35. Виды теплообмена в атмосфере. Теплопроводность. Конвекция и адвекция.
36. Изменение температуры воздуха с высотой. Виды температурной стратификации. Инверсии температуры.
37. Сухоадиабатические и влажноадиабатические процессы в атмосфере.
38. Турбулентность в атмосфере.
39. Влажность воздуха, ее характеристики. Факторы, определяющие увлажнение.
40. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере.
41. Туманы, их типы и распространение.
42. Облака. Условия их образования и классификация.
43. Атмосферные осадки: виды, условия выпадения, интенсивность.
44. Снежный покров. Условия образования и формирования.
45. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Географический и приземный ветер.
46. Атмосферные фронты. Облачные системы теплого и холодного атмосферных фронтов.
47. Циклоны и антициклоны. Малые атмосферные вихри.
48. Общая циркуляция атмосферы.

49. Процессы и факторы формирования климата.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

1. Положение Земли во Вселенной.
2. Солнце. Планеты солнечной системы.
3. Планета Земля: характеристики, внутреннее строение. Система Земля-Луна.
4. Обращение Земли вокруг Солнца и его геофизические следствия.
5. Осевое вращение Земли и его следствия. Форма Земли.
6. Уравнения движения упругой среды.
7. Продольные и поперечные сейсмические волны. Собственные колебания Земли.
8. Годограф и траектории объемных сейсмических волн. Определение плотности земных недр по скоростям сейсмических волн.
9. Плотность и состав земных недр. Современные модели строения Земли.
10. Геологические свидетельства текучести литосферы.
11. Глобальная тектоника плит.
12. Ледовый покров Земли.
13. Тепловое состояние Земли.
14. Основные характеристики землетрясений.
15. Физическая природа вулканизма.
16. Уравнения магнитной гидродинамики.
17. МГД течения.
18. Магнитное динамо.
19. Турбулентное магнитное динамо.
20. Альфа-эффект в теории динамо.
21. Основные сведения о магнитном поле Земли.
22. Магнитосфера. Воздействие Солнца на магнитосферу.
23. Уравнения электрической гидродинамики.

24. Виды газового разряда.
25. Ионизация в атмосфере.
26. Глобальная электрическая цепь.
27. Электрическое поле в атмосфере и механизмы его генерации.
28. Искровой разряд. Молния.
29. Характеристики молниевых разрядов в атмосфере.
30. Состав и вертикальное строение атмосферы.
31. Характеристики солнечной радиации. Солнечная постоянная.
32. Трансформация солнечной радиации в атмосфере. Процессы поглощения, отражения и рассеяния солнечной радиации.
33. Радиационный баланс и его составляющие.
34. Парниковый эффект в атмосфере.
35. Виды теплообмена в атмосфере. Теплопроводность. Конвекция и адвекция.
36. Изменение температуры воздуха с высотой. Виды температурной стратификации. Инверсии температуры.
37. Сухоадиабатические и влажноадиабатические процессы в атмосфере.
38. Турбулентность в атмосфере.
39. Влажность воздуха, ее характеристики. Факторы, определяющие увлажнение.
40. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере.
41. Туманы, их типы и распространение.
42. Облака. Условия их образования и классификация.
43. Атмосферные осадки: виды, условия выпадения, интенсивность.
44. Снежный покров. Условия образования и формирования.
45. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Географический и приземный ветер.
46. Атмосферные фронты. Облачные системы теплого и холодного атмосферных фронтов.
47. Циклоны и антициклоны. Малые атмосферные вихри.

48. Общая циркуляция атмосферы.

49. Процессы и факторы формирования климата.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.



## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература:

1. Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1983. - 416 с. - 0.90., 1 экз.
2. Базелян Эдуард Мейерович. Физика молнии и молниезащиты. - М. : Физматлит, 2001. - 320 с. - ISBN 5-9221-0082-3 : 35.00., 1 экз.
3. Моффат Г. К. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде / пер. с англ. А. А. Рузмайкина ; под ред. Я. Б. Зельдовича . - М. : Мир, 1980. - 339, [1] с. - 3.30., 2 экз.
4. Райзер Ю. П. Физика газового разряда : [учеб. рук.]. - М. : Наука, 1987. - 592 с. : ил. - 5.40., 3 экз.
5. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество : пер. с англ. / под ред. [и с послесл.] И. М. Имянитова. - Л. : Гидрометеиздат, 1974. - 421 с. : ил. - 3.41., 2 экз.
6. Юман Мартин А. Молния / пер. с англ. С. И. Кирилловой ; под ред. Н. В. Красногорской. - М. : Мир, 1972. - 327 с. : ил. - 1.86., 2 экз.
7. Хргиан А. Х. Физика атмосферы : [в 2 т.]. Т. 1. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Гидрометеиздат, 1978. - 247 с. : ил., карт. - 2.60., 1 экз.
8. Хргиан А. Х. Физика атмосферы : [в 2 т.]. Т. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Гидрометеиздат, 1978. - 319 с. : ил., карт. - 3.20., 1 экз.
9. Хромов Сергей Петрович. Метеорология и климатология для географических факультетов : [учебник для ун-тов]. - Изд. 2-е, перераб. - Л. : Гидрометеиздат, 1968. - 491 с. : с черт. и карт. - 1.27., 1 экз.

### Дополнительная литература:

1. Касахара Кэйти. Механика землетрясений / пер. с англ. М. Э. Шаскольской ; под ред. В. Н. Николаевского. - М. : Мир, 1985. - 264 с. : ил. - 2.40., 1 экз.
2. Лайонс Л. Р. Физика магнитосферы: Количественный подход / пер. с англ. В. Д. Новикова ; под ред. [и с предисл.] Ю. И. Гальперина. - М. : Мир, 1987. - 312 с. : ил. - 3.20., 1 экз.
3. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов] : в 10 т. Т. 7. Теория упругости. - 4-е изд., испр. и доп. Е. М. Лифшицем и др. - М. : Наука, 1987. - 246 с. : ил. - 0.80., 169 экз.
4. Моффат Г. К. Возбуждение магнитного поля в проводящей среде / пер. с англ. А. А. Рузмайкина ; под ред. Я. Б. Зельдовича . - М. : Мир, 1980. - 339, [1] с. - 3.30., 2 экз.
5. Хирт Джон Прайс. Теория дислокаций : [пер. с англ.] / под ред. Э. М. Надгорного и Ю. А. Осипьяна. - М. : Атомиздат, 1972. - 599 с. : ил. - 5.56., 2 экз.
6. Джексон Джон. Классическая электродинамика / пер. с англ. Г. В. Воскресенского и Л. С. Соловьева ; под ред. Э. Л. Бурштейна. - М. : Мир, 1965. - 702 с. : черт. - 2.95., 23 экз.
7. Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1983. - 416 с. - 0.90., 1 экз.
8. Турбулентность в свободной атмосфере. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Гидрометеиздат, 1976. - 287 с. - 1.63., 2 экз.
9. Монин Андрей Сергеевич. Теоретические основы геофизической гидродинамики. - Л. : Гидрометеиздат, 1988. - 423, [1] с. : ил. - ISBN 5-286-00058-4 (в пер.) : 4.80., 1 экз.
10. Флигль Р. Дж. Введение в физику атмосферы / пер. с англ. Т. М. Мулярчик ; под ред. Г. С.

Голицына. - М. : Мир, 1965. - 467 с. : черт. - 1.58., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Грязнова И.Ю., Лабутина М.С., Прончатов-Рубцов Н.Р. Теория однократного рассеяния волн и ее приложение к задачам акустики природных сред: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 80 с.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/Scattering.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/Scattering.pdf)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 - Физика.

Автор(ы): Мареев Евгений Анатольевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 07.02.2024, протокол № 4.