

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 Ученого совета ННГУ  
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Основы геофизики

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
03.04.02 – Физика

---

Направленность образовательной программы  
Общая и прикладная физика

---

Форма обучения  
Очная

---

Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина ФТД.01 «Основы геофизики» является факультативом в ООП направления подготовки 03.04.02 «Физика».

## 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	Задачи Собеседование

ПК-2. Способен самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и ориентироваться в передовых теоретических концепциях и достижениях современной физики	ПК-2.1: Демонстрация способности самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и ориентироваться в передовых теоретических концепциях и достижениях современной физики	<p>ПК-2.1: Знать состав и строение геосферных оболочек Земли, основные физические процессы в геосферных оболочках, причинно-следственные связи, ведущие к 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 последствия изменения окружающей среды и биосферы; самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики атмосферы и океана, решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием 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 зарубежного опыта.</p>	Задачи	Задачи Собеседование
---	---	--	--------	-------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
<b>- занятия лекционного типа</b>	<b>16</b>
<b>- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)</b>	<b>16</b>
<b>- КСР</b>	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт с оценкой</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего		
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	
Введение. Земля-планета солнечной системы.	5	1	1	0	2	3	
Гравитационное поле Земли.	6	1	1	0	2	4	
Физика твердой Земли. Литосфера.	6	1	1	0	2	4	
Физические процессы в атмосфере.	6	1	1	0	2	4	
Геофизическая электродинамика.	8	2	2	0	4	4	
Ионосфера и магнитосфера.	8	2	2	0	4	4	
Электрическое поле. Глобальная электрическая цепь.	8	2	2	0	4	4	
Криосфера.	8	2	2	0	4	4	
Биосфера.	8	2	2	0	4	4	
Взаимосвязь географических оболочек Земли и ее моделирование.	8	2	2	0	4	4	

Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	72	16	16	0	33	39

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

Для самостоятельной работы обучающимся предлагается использовать основную и дополнительную литературу и/или электронные Интернет-ресурсы.

#### **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  $20^{\circ}\text{C}$  с каждым километром глубины, начиная с поверхности. Пользуясь уравнением теплопроводности, оцените количество тепла, достигающее поверхности и передаваемое атмосфере. Коэффициент теплопроводности для базальта равен  $2 \text{ Дж/мК}$ . 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 грозном 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  $6.37 \text{ тыс. км}$ .

##### **5.1.2 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
Зачтено	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.

Оценка		Критерии оценивания
	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.
Не зачтено	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 (индикатора 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 вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные 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



### 5.3.2 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### 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  $2 \text{ Дж/мК}$ . 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 грозном 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  $6.37 \text{ тыс. км}$ .

#### 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.

**Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) 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. Атмосферное давление. Закономерности распределения давления в атмосфере.
46. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Геострофический и приземный ветер.
47. Атмосферные фронты. Облачные системы теплого и холодного атмосферных фронтов.
48. Циклоны и антициклоны. Малые атмосферные вихри.
49. Общая циркуляция атмосферы.
50. Процессы и факторы формирования климата.

**Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) 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. Атмосферное давление. Закономерности распределения давления в атмосфере.
46. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Геострофический и приземный ветер.
47. Атмосферные фронты. Облачные системы теплого и холодного атмосферных фронтов.
48. Циклоны и антициклоны. Малые атмосферные вихри.
49. Общая циркуляция атмосферы.
50. Процессы и факторы формирования климата.

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

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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.

Оценка	Критерии оценивания
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)

### 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 грозных 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. Флигль 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.

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

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)

курсы лекций:

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

## **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: 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.

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

Автор(ы): Е.А. Мареев

Заведующий кафедрой: Господчиков Егор Дмитриевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 30.06.2022 г., протокол № 3.