

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Геофизика

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Акустика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 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 анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области акустики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.1: Уметь применять принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области геофизики</p> <p>ПК-1.2: Владеть опытом работы с большим объемом данных, уметь систематизировать и анализировать информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий в области геофизики</p>	Собеседование	Экзамен: Задания
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области	<p>ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области акустики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные,</p>	ПК-2.1: Знать современное состояние исследований в области акустики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов в области геофизики	Собеседование	Экзамен: Задания

акустики и радиофизики и оформлять их результаты	экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области акустики и радиофизики	ПК-2.2: Уметь выбирать и применять аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи в области геофизики  ПК-2.3: Уметь планировать НИР в области геофизики  ПК-2.4: Уметь формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области акустики и радиофизики, в том числе геофизики		
ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	ПК-3.1: Знать, где найти информацию о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР, применять заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях  ПК-3.2: Владеть опытом представления результатов НИР академическому и бизнес-сообществу  ПК-3.3: Владеть опытом составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика	Собеседование	Экзамен: Задания

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<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	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>29</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
1. Введение. Земля-планета солнечной системы	6	3		3	3
2. Гравитационное поле Земли.	6	3		3	3
3. Физика твердой Земли. Литосфера	6	3		3	3
4. Физические процессы в атмосфере.	6	3		3	3
5. Геофизическая электродинамика.	6	3		3	3
6. Ионосфера и магнитосфера.	6	3		3	3
7. Электрическое поле. Глобальная электрическая цепь.	6	3		3	3
8. Криосфера.	6	3		3	3
9. Биосфера.	7	4		4	3
10. Взаимосвязь географических оболочек Земли и ее моделирование.	6	4		4	2
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Планета Земля: характеристики, внутреннее строение. Система Земля-Луна
2. Уравнения движения упругой среды
3. Продольные и поперечные сейсмические волны. Собственные колебания Земли
4. Плотность и состав земных недр. Современные модели строения Земли.
5. Глобальная тектоника плит
6. Основные характеристики землетрясений
7. Уравнения магнитной гидродинамики
8. Турбулентное магнитное динамо
9. Альфа-эффект в теории динамо
10. Основные сведения о магнитном поле Земли
11. Уравнения электрической гидродинамики.
12. Глобальная электрическая цепь.
13. Характеристики молниевых разрядов в атмосфере.
14. Состав и вертикальное строение атмосферы
15. Трансформация солнечной радиации в атмосфере. Процессы поглощения, отражения и рассеяния солнечной радиации
16. Парниковый эффект в атмосфере
17. Изменение температуры воздуха с высотой. Виды температурной стратификации. Инверсии температуры.
18. Турбулентность в атмосфере
19. Влажность воздуха, ее характеристики. Туман.
20. Облака. Условия их образования и классификация
21. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Геострофический и приземный ветер
22. Атмосферные фронты. Циклоны и антициклоны
23. Общая циркуляция атмосферы
24. Процессы и факторы формирования климата

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

#### **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.

1. Базелян, Э.М. Физика молнии и молниезащиты. [Электронный ресурс] / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2001. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/48208>

#### **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 - 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.

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

1. Уравнения магнитной гидродинамики.
2. МГД течения.
3. Магнитное динамо.
4. Турбулентное магнитное динамо.
5. Альфа-эффект в теории динамо.
6. Основные сведения о магнитном поле Земли.
7. Магнитосфера. Воздействие Солнца на магнитосферу.
8. Уравнения электрической гидродинамики.
9. Виды газового разряда.
10. Ионизация в атмосфере.
11. Глобальная электрическая цепь.
12. Электрическое поле в атмосфере и механизмы его генерации.
13. Искровой разряд. Молния.

14. Характеристики молниевых разрядов в атмосфере.

### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:**

1. Состав и вертикальное строение атмосферы.

2. Характеристики солнечной радиации. Солнечная постоянная.

3. Трансформация солнечной радиации в атмосфере. Процессы поглощения, отражения и рассеяния солнечной радиации.

4. Радиационный баланс и его составляющие.

5. Парниковый эффект в атмосфере.

6. Виды теплообмена в атмосфере. Теплопроводность. Конвекция и адвекция.

7. Изменение температуры воздуха с высотой. Виды температурной стратификации. Инверсии температуры.

8. Сухоадиабатические и влажноадиабатические процессы в атмосфере.

9. Турбулентность в атмосфере.

10. Влажность воздуха, ее характеристики. Факторы, определяющие увлажнение.

11. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере.

12. Туманы, их типы и распространение.

13. Облака. Условия их образования и классификация.

14. Атмосферные осадки: виды, условия выпадения, интенсивность.

15. Снежный покров. Условия образования и формирования.

16. Атмосферное давление. Закономерности распределения давления в атмосфере.

17. Ветер: его характеристики и факторы, их определяющие. Местные ветры. Географический и приземный ветер.

18. Атмосферные фронты. Облачные системы теплого и холодного атмосферных фронтов.

19. Циклоны и антициклоны. Малые атмосферные вихри.

20. Общая циркуляция атмосферы.

21. Процессы и факторы формирования климата.

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Удовлетворительное знание предмета, сформированы все компетенции.
не зачтено	Неудовлетворительное знание предмета, сформированы не все компетенции.

## 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. 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	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 - Задания) 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?

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

**Задача 1.** Температура земной коры повышается на 30°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/мК.

Оцените температуру земной поверхности без учета энергии Солнца, соответствующую данному потоку излучения с поверхности.

**Задача 2.** Поясните качественно картину накопления и диссипации электрической энергии в грозовом облаке. Приведите количественные оценки для величин запасаемой и диссипируемой в процессе разряда энергии.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3

**Задача 1.** Приведите основные характеристики магнитного поля Земли и его вариаций. Каково экологическое значение магнитного поля и его инверсий?

**Задача 2.** 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.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	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
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

### Основная литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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. 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.
4. 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.
5. Турбулентность в свободной атмосфере. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Гидрометеиздат, 1976. - 287 с. - 1.63., 2 экз.
6. 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.
7. 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.
8. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред : Учебное пособие. - 5-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016. - 656 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9221-1702-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=741032&idb=0>.

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

Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.8 Электродинамика сплошных сред. [Электронный ресурс] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 656 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2234>

Базелян, Э.М. Физика молнии и молниезащиты. [Электронный ресурс] / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2001. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4820>

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

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

Рецензент(ы): Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Гурбатов Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.