

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
«ВЛАДИКАВКАЗСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

УТВЕРЖДЕНО

Приказом директора ВНЦ РАН

№ 17- А от «07» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕОФИЗИКА

Научная специальность – 1.6.9. Геофизика

область науки – 1. Естественные науки

группа научных специальностей – 1.6. Науки о Земле и окружающей среде

г. Владикавказ, 2023

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Дисциплина «Геофизика» предусматривает усвоение аспирантами дополнительных знаний, отражающих последние достижения экспериментальной и теоретической геофизики, а также знаний по геотектонике и палеомагнетизму.

Основными задачами изучения дисциплины «Геофизика» является приобретение аспирантами современных знаний о внутреннем строении Земли и физических процессах, протекающих в недрах Земли. Владение современными методами геофизического эксперимента и приемами его планирования. Приобретение знаний и навыков применения современных методов обработки и интерпретации геофизических данных с целью изучения глубинного строения Земли, а также – поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Освоение дисциплины «Геофизика» направлено на:

- самостоятельное осуществление научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- владение современной методологией теоретических и экспериментальных научных исследований в соответствии с направленностью (профилем) программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; представлять полученные результаты на научных конференциях и публиковать результаты научных исследований в ведущих отечественных и зарубежных профильных журналах;
- способность обобщать и использовать результаты исследований для выявления новых явлений, закономерностей, гипотез и теоретических положений.

3. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля), виды контактной работы

Таблица 4.1.

Курс	Форма промежуточной аттестации	Контактная работа, ч.	Лек-ции, ч.	Самостоятельная работа, ч.	Трудоемкость промежуточной аттестации, ч.	Зачетных единиц	Всего ч.
2	Экзамен	36	36	176	4	6	216

4. Содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля) по видам учебной работы:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание раздела дисциплины (модуля)	Вид учебной работы
1	Внутреннее строение Земли	Элементы сейсмологии и сейсмические данные. Оболочки твердой Земли. Модели Земли: плотность, давление, упругие модули, сила тяжести в недрах Земли. Уравнения состояния вещества земных недр. Методы определения уравнений состояния вещества недр Земли и планет. Фазовые переходы в Земле. Распределение температуры и термодинамических параметров. Вязкость, электропроводность, теплопроводность.	Лекции Самостоятельная работа
2	Гравитационное поле и фигура Земли. Собственные колебания Земли.	Внешнее поле. Фигуры равновесия и фигура Земли. Нормальное поле. Отклонения поля от равновесного. Аномалии силы тяжести. Земные приливы. Числа Лява. Теория свободного вращения твердой и упругой Земли вокруг центра масс: уравнения Эйлера и Лиувилля, формулы Эйлера и Лява-Лармора для периода изменчивости широт (чандлеровского периода) при свободном вращении твердой и упругой Земли. Вынужденная нутация Земли, кинематические соотношения Пуапсо, связывающие траектории вектора угловой скорости относительно подвижной и неподвижной систем координат. Решение Хафа-Слудского-Пуанкаре о свободной и вынужденной нутации Земли с твердой оболочкой и эллипсоидальным идеально жидким однородным несжимаемым ядром. Собственные колебания Земли. Затухания колебаний. Распределение диссипативной функции в Земле.	Лекции Самостоятельная работа
3	Магнитное поле Земли	Современное геомагнитное поле, его пространственно-временные характеристики. Мировые и региональные аномалии. Полосовые магнитные аномалии в океанах. Вековые вариации, экскурсы. Физические основы палеомагнетизма. Инверсии геомагнитного поля. Магнитная геохронологическая шкала А. Палеомагнетизм и палеотектоника. Теория генерации геомагнитного поля и его вариаций.	Лекции Самостоятельная работа
4	Геотермика	Тепловой поток и распределение температуры в литосфере. Процессы теплопереноса. Адиабатическая температура и температура плавления. Источники тепла. Тепловой режим океанической и континентальной литосферы. Гидротермальная активность осевых зон срединно-океанических хребтов.	Лекции Самостоятельная работа
5	Геология земной коры и мантии	Геологическая характеристика упругих, вязких, нелинейно-вязких, вязкоупругих и пластических сред. Геологические свойства горных пород при высоких температурах и давлениях. Диффузионная и дислокационная ползучесть. Геологические модели литосферы и мантии. Толщина океанической и континентальной литосферы. Классификация разломов в земной коре. Трение на разломах. Теория образования разломных зон по Андерсону. Тектонические покровы и гравитационное соскальзывание. Прерывистое скольжение по разлому и теория упругой отдачи. Данные наблюдения по разлому Сан-Андреас.	Лекции Самостоятельная работа
6	Напряжения, конвекция, гравитационная дифференциация в недрах Земли и планет	Тектоника плит. Уравнения тепловой конвекции. Числа Релея, Рейнольдса, Прандтля, Нуссельта. Модели конвекции в мантии Земли. Влияние реологии на мантийную конвекцию. Проблема гравитационной дифференциации в недрах Земли. Образование земной коры, мантии и ядра. Конвекция и гравитационная дифференциация в магматических камерах. Напряжения в земной коре и литосфере.	Лекции Самостоятельная работа
7	Внутреннее строение Луны, планет земной группы и планет-	Задачи сравнительной планетологии. Данные о гравитационном поле и фигуре. Тепловая история Луны и планет. Модели внутреннего строения и химический состав.	Лекции Самостоятельная работа

	гигантов		
8	Происхождение и эволюция Земли, Луны и планет	Строение Солнечной системы. Основы теории образования Солнца и протопланетного диска. Динамические и космохимические модели эволюции протопланетного диска и формирование планет. Происхождение и ранняя эволюция Земли, Луны и планет.	Лекции Самостоятельная работа
9	Прикладная геофизика, поиск и разведка полезных ископаемых	Гравимагниторазведка. Прямые и обратные задачи теории потенциала. Решение некорректных обратных задач с учётом априорной информации. Современные алгоритмы. Область применения и информативность метода. Рудные и структурные задачи. Методика полевых работ и аппаратурная база. Сейсморазведка. Физические основы: упругие свойства горных пород, излучение и распространение сейсмических волн в геологической среде. Методы ГСЗ, ОГТ, сейсмической томографии. Обработка сейсмических данных: фильтрация, ввод статических и кинематических поправок, деконволюция, суммирование, миграция. Скоростной анализ. Анализ амплитуд отраженных волн (AVO). Интерпретация сейсмических данных. Сейсмостратиграфия. Современные алгоритмы. Область применения и информативность метода. Нефтегазовая сейсморазведка. Инженерная сейсморазведка. Методика полевых работ и аппаратурная база. Электроразведка. Методы постоянного (ВЭЗ, ДЗ, ЕП) и переменного (МТЗ, ЧЗ, ЗСБ(Д)) тока. Решение прямых и обратных задач электроразведки. Современные алгоритмы. Область применения и информативность метода. Рудные и структурные задачи. Методика полевых работ и аппаратурная база. Геофизические методы исследования скважин (ГИС). Методы ГИС. Аппаратура ГИС. Геологические задачи, решаемые методами ГИС. Обработка и интерпретация данных ГИС. Применение ГИС при поисках и разведке и контроле эксплуатации месторождений полезных ископаемых.	Лекции Самостоятельная работа
10	Внутреннее строение Земли	Элементы сейсмологии и сейсмические данные. Оболочки твердой Земли. Модели Земли: плотность, давление, упругие модули, сила тяжести в недрах Земли. Уравнения состояния вещества земных недр. Методы определения уравнений состояния вещества недр Земли и планет. Фазовые переходы в Земле. Распределение температуры и термодинамических параметров. Вязкость, электропроводность, теплопроводность.	Лекции Самостоятельная работа

5. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекционных занятий, оснащенные стандартным набором учебной мебели, учебной доской и стационарным или переносным комплексом мультимедийного презентационного оборудования, а также аудитория для самостоятельной работы аспирантов с доступом к сети Интернет.

6. Ресурсное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1.1. Основная литература

1. Павлов, А. Н. Геофизика. Общий курс о природе Земли: учебник / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 454 с. — ISBN 5-86813-175-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12484.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Соколов, А. Г. Полевая геофизика: учебное пособие / А. Г. Соколов, О. В. Попова, Т. М. Кечина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 160 с. — ISBN 978-5-7410-1182-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/33649.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.2. Дополнительная литература

1. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 1. Методологическая база. Тема 2. Земля в структуре Вселенной: конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 71 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17905.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 3. Физические модели Земли. Тема 4. Геофизические поля: конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 69 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17906.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 5. Пространство и время в науках о Земле. Тема 6. Взаимодействие геосфер: конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. — 78 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17907.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4. Павлов, А. Н. Геофизика. Тема 7. Взаимодействие океана и литосферы. Тема 8. Взаимодействие атмосферы и суши. Тема 9. Общая теория развития литосферы: конспект лекций / А. Н. Павлов. — Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2006. — 116 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17908.html> (дата обращения: 28.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»), необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля) (в том числе ЭБС)

№ п/п	Наименования с указанием сайтов
1	Научная электронная библиотека Elibrary Режим доступа: http://www.elibrary.ru
2	Государственная публичная научно-техническая библиотека. Web of Science Режим доступа: http://apps.webofknowledge.com
3	Электронная библиотека Springer Режим доступа: https://www.springer.com/gp
4	Российская государственная библиотека

7. Особенности освоения дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения образовательного учреждения, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися.

8. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

8.1. Возможные формы проведения контроля:

- 1 В традиционной форме устно/письменно.
- 2 В дистанционной форме с использованием онлайн ресурсов.

8.2. Формы контроля текущей успеваемости и промежуточной аттестации:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Задание	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должно содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект заданий для выполнения.
2	Собеседование / опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным

			РПД.
3	Зачет/ Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины.

8.3. Вопросы к экзамену по дисциплине «Геофизика»:

1. Природа землетрясений. Механизм очага.
2. Методы наблюдения гравитационного поля Земли. Маятники, Гравиметры.
3. Модель Земли.
4. Энергия землетрясений, их магнитуда и интенсивность.
5. Абсолютные и относительные гравиметрические измерения. Обработка наблюдений.
6. Главное магнитное поле Земли, магнитные карты.
7. Частота и географическое распределение землетрясений. Характеристика основных сейсмических зон.
8. Определение параметров гравитационных приборов. Редукция.
9. Тепловой поток. Виды переноса тепла.
10. Упругие деформации и напряжения. Поверхностные сейсмические волны.
11. Гравитационный потенциал Земли. Обратная задача теории потенциала и методы ее решения.
12. Сферический гармонический анализ магнитного поля Земли. Вековые вариации.
13. Уравнение движения упругой среды. Объемные упругие волны.
14. Измерения теплового потока, аппаратура, производство наблюдений и обработка.
15. Вещество Земли в условиях высоких температур и давлений.
16. Влияние границ на распространение упругих волн. Годографы.
17. Масса и момент инерции Земли. Гипотеза изостазии.
18. Фазовые переходы внутри Земли.
19. Строение земной коры и ее основные типы. Различные методы исследований строения Земли по наблюдениям за сейсмическими волнами.
20. Палеомагнетизм. Происхождение главного магнитного поля.
21. Оценка температуры в глубинах Земли. Источник тепла.
22. Скоростной разрез земного шара.
23. Внутреннее строение Земли по гравиметрическим данным.
24. Магнитная разведка. Строение магнитосферы.
25. Частотные характеристики сейсмографов. Аналоговая и цифровая регистрация.
26. Термическая история земли.
27. Модели внутреннего строения планет Солнечной системы. Общие сведения.
28. Сейсмические приборы. Типы сейсмографов.
29. Гравиметрическая разведка.
30. Вулканические явления. Гипотеза о происхождении и развитии Земли.
31. Объемные упругие волны. Годографы.
32. Электромагнитное поле Земли. Строение магнитосферы.
33. Теплофизические параметры и методы их определений.
34. Прогноз землетрясений. Физические предпосылки прогноза землетрясений.
35. Аномалии силы тяжести. Уровненные поверхности.
36. Сейсморазведка.
37. Техногенная сейсмичность.
38. Фигуры равновесия. Нормальное поле.
39. Аппаратура и методы геомагнитных исследований.
40. Виды и стратегия прогноза землетрясений.
41. Методы изучения фигуры Земли.
42. Состав породы Земли.
43. Модели подготовки землетрясений. Предвестники землетрясений.

44. Земное ядро: строение, физическое состояние, состав.
45. Электроразведка.
46. Районирование сейсмической опасности.
47. Мантия: строение, состав.
48. Радиометрические и геохимические методы разведки
49. Сейсмический риск.
50. Состав планет Солнечной системы. Физические поля планет.
51. Геофизические исследования в скважинах.
52. Типы упругих волн. Годографы. Сейсмограмма.
53. Состав пород Земли.
54. Электроразведка.

8.4. Шкала и порядок оценки степени (уровня) усвоения обучающимся теоретического учебного материала в форме экзамена.

Оценка степени (уровня) усвоения аспирантами теоретического материала и умений решать практические задачи, рассчитывать и использовать в практической деятельности показатели и др. в форме экзамена проводится по традиционной четырёхбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- для получения оценки «отлично» требуется наличие твердых глубоких, исчерпывающих знаний в объеме пройденного курса на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание современных гигиенических тенденций, а так же умение четко излагать порядок расчета гигиенических показателей.

для получения оценки «хорошо» требуется наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденного курса, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четкое изложение материала.

- оценка «удовлетворительно» выставляется при наличии знаний в объеме пройденного курса, нелогичном и непоследовательном изложении материала, наличие ошибок, уверенно исправляемых после наводящих вопросов.

- оценка «неудовлетворительно» обучающемуся выставляется при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неточности ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

8.5. Шкала и порядок оценки степени (уровня) усвоения обучающимся теоретического учебного материала в форме зачета.

Оценка степени (уровня) усвоения аспирантами теоретического материала и умений решать практические задачи, рассчитывать и использовать в практической деятельности показатели и др. в форме зачета осуществляется посредством выставления оценок «зачтено» или «не зачтено».