

**Программа вступительного экзамена в аспирантуру ИФЗ РАН  
по специальности 1.6.9 Геофизика  
(базовая часть)**

**Внутреннее строение и физика Земли**

Обобщённый разрез Земли.

Ядро и мантия, их характеристики и внутренние границы, слой D”.

Строение и основные типы земной коры (континентальная и океаническая).

Представления о природе основных сейсмических границ (ядро-мантия, Мохоровичича, переходная зона в мантии)

Распределение температуры в недрах Земли (кора, мантия, ядро). Источники тепла, вклад различных источников энергии в тепловой баланс Земли.

Тепловой поток на поверхности Земли.

Температура плавления в мантии и в ядре Земли. Температура в ядре Земли.

Основные гипотезы образования Солнечной системы, Земли и Луны.

Конвекция в мантии Земли и её проявления.

Предмет геодинамики, основные источники энергии геодинамических процессов.

Тектоника литосферных плит: тектонические плиты, спрединг, субдукция, астеносфера.

Типы границ тектонических плит. Источники информации о горизонтальных движениях литосферных плит.

Горячие точки и мантийные плюмы. Движущие силы тектоники плит.

Спутниковые методы геофизических исследований.

Земные приливы, их происхождение и проявления

Принципы деформометрии.

**Сейсмология**

Виды сейсмических волн (продольные, поперечные, поверхностные (Лява, Рэлея)). Влияние границ на распространение упругих волн.

Принципы регистрации сейсмических колебаний.

Сейсмические волны как инструмент исследования строения Земли, скоростной разрез Земли, современные модели.

Собственные колебания Земли и их место в исследовании строения Земли.

Источники сейсмических волн. Природа землетрясений. Интенсивность и магнитуда землетрясений.

Частота и географическое распределение очагов землетрясений. Зоны субдукции, рифтовые и сдвиговые сейсмические зоны.

**Гравитационное поле Земли**

Поле силы тяжести и его составляющие. Физические принципы измерения гравитационного поля.

Потенциал поля силы тяжести. Фигура Земли (геоид, сфероид, референц-эллипсоид).

Масса и момент инерции Земли.

Изостазия, ее проявления и природа. Модели изостатической компенсации Эри и Пратта.

Плотность магматических, осадочных и метаморфических пород.

### **Магнитное поле Земли.**

Магнитное поле Земли, его источники и его элементы.

Физические принципы регистрации магнитного поля (электромагнитная индукция, прецессия момента протона в МП, эффект Зеемана, эффект Джозефсона).

Главное магнитное поле, его происхождение, понятие о геодинамо. Дипольное и недипольное магнитное поле Земли.

Аномальное магнитное поле континентов и океанов.

Магнитные свойства магматических, осадочных и метаморфических пород.

Вековые вариации магнитного поля Земли. Геомагнитные инверсии и экскурсы.

Магнитный и геомагнитный полюсы.

Палеомагнетизм – его предмет и физические основы.

Структура и динамика магнитосферы.

## **Программа вступительного экзамена в аспирантуру ИФЗ РАН по специальности 1.6.9 Геофизика (вариативная часть)**

Вопросы задаются по пунктам, отвечающим специализации поступающего.

### **Землетрясения и сейсмический процесс**

- 1) Общие представления о сейсмической опасности и риске, сейсмическое районирование.
- 2) Природная и техногенная сейсмичность, статистические закономерности сейсмического процесса.
- 3) Очаг землетрясений, его основные типы (сдвиги, сбросы, надвиги) и их связь с полем напряжений и тектоническими типами сейсмогенерирующих разломов. Очаговый спектр и корнер-частота.
- 4) Общие представления о прогнозе землетрясений, виды прогноза, предвестники землетрясений.

5) Типы сейсмографов, их частотные характеристики, аналоговая и цифровая регистрация.

#### **Главное геомагнитное поле и палеомагнетизм.**

- 1) *Понятие о сферическом разложении геомагнитного поля (сферический гармонический анализ).*
- 2) *Основные гипотезы палеомагнитологии – гипотеза фиксации, гипотеза сохранения и гипотеза центрального осевого диполя.*
- 3) Магнитные минералы – носители намагниченности и их свойства.
- 4) Виды естественной остаточной намагниченности.

#### **Геодинамика.**

- 1) *Континентальный дрейф. Полосовые магнитные аномалии и спрединг океанической коры. Гипотеза Вэйна-Мэтьюза. Соотношение мощности и возраста океанической литосферы с глубиной океана.*
- 2) *Современная геодинамика. Геодинамический мониторинг ответственных объектов.*
- 3) Модели конвекции в мантии (модели конвекции с плавающими континентами, модели двухрустной термической и термохимической конвекции). Циклы Вильсона.

#### **Реология.**

- 1) Понятие реологии вещества Земли и роль реологии в физике Земли и геодинамике.
- 2) Реология литосферы, астеносферы, мантии и ядра.
- 3) Связь между напряжением и деформацией.

#### **Гравимагниторазведка**

- 1) Методы измерений поля силы тяжести. Виды гравиметров и принцип их действия. Абсолютные и относительные измерения. Особенности измерений на подвижном носителе.
- 2) Разложение гравитационного потенциала по сферическим гармоникам. Нормальный потенциал.
- 3) Нормальное поле силы тяжести. Геоид. Референц-эллипсоид
- 4) Обработка результатов измерений поля силы тяжести. Аномалии силы тяжести: в свободном воздухе, Буге, в топографической редукции.
- 5) Карты аномалий поля силы тяжести, их интерпретация.
- 6) Магнитометры, их типы.

- 7) Обработка результатов измерений магнитного поля Земли. Поправки за вариации, методы их учёта.
- 8) Аномальное магнитное поле, виды аномалий магнитного поля (аномалии модуля и компонентов), их особенности.
- 9) Прямые и обратные задачи теории потенциала.
- 10) Решение некорректных обратных задач с учётом априорной информации. Современные алгоритмы.
- 11) Методы аналитического (аппроксимационного) продолжения, особые точки аномальных полей. Определение интегральных характеристик возмущающих масс.
- 12) Область применения и информативность методов гравиразведки и магниторазведки. Рудные и структурные задачи.
- 13) Методика полевых работ и аппаратурная база.

### **Сейсморазведка.**

- 1) Физические основы: упругие свойства горных пород, излучение и распространение сейсмических волн в геологической среде. Отражение и преломление упругих волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Понятие о зоне Френеля.
- 2) Распространение плоских волн в слоистой среде. Волноводы. Поверхностные упругие волны. Волна Рэлея, волна Лява.
- 3) Методы ГСЗ, ОГТ, сейсмической томографии.
- 4) Обработка сейсмических данных метода ОГТ: фильтрация, ввод статических и кинематических поправок, деконволюция, суммирование, миграция. Скоростной анализ. Анализ амплитуд отраженных волн (AVO).
- 5) Сейсмическая инверсия, её типы и применение.
- 6) Область применения и информативность сейсморазведки. Нефтегазовая сейсморазведка. Инженерная сейсморазведка. Методика полевых работ и аппаратурная база.

### **Электроразведка**

- 1) Методы постоянного (ВЭЗ, ДЗ, ЕП) и переменного (МТЗ, ЧЗ, ЗСБ(Д)) тока.
- 2) Решение прямых и обратных задач электроразведки. Современные алгоритмы.
- 3) Область применения и информативность метода. Рудные и структурные задачи. Методика полевых работ и аппаратурная база.

### **Геофизические методы исследования скважин (ГИС)**

- 1) Методы ГИС. Аппаратура ГИС. Геологические задачи, решаемые методами ГИС.

- 2) Обработка и интерпретация данных ГИС. Применение ГИС при поисках и разведке и контроле эксплуатации месторождений полезных ископаемых.
- 3) Определение значений плотности теплового потока по измерениям температуры в скважине (термограмма).

### **Обратные задачи геофизики**

- 1) Постановка обратных задач. Задачи на условный и безусловный минимум. Вариационные методы.
- 2) Понятие корректности по Адамару. Некорректные и условно-корректные обратные задачи. Метод регуляризации А.Н. Тихонова.

### **Основы математической физики**

- 1) Основные уравнения математической физики: теплопроводности, Пуассона, Лапласа, волновое, Гельмгольца, Навье-Стокса, описываемые ими физические процессы и применение в геофизике. Постановка краевых задач математической физики.

## **Литература для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру ИФЗ РАН по специальности 1.6.9 Геофизика**

### **Базовая часть**

Физика Земли, Учебник, Захаров В.С., Смирнов В.Б., 2020. 328 с.

Тёркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика: Геологические приложения физики сплошных сред. Ч. 1/Ч. 2. М.: Мир, 1985. 376 с.360 с.

Гравиразведка. Справочник геофизика. Издание 2. Редакторы: Веселова К.Е., Мудрецова Е.А. Издание:Недра, Москва, 1990 г., 607 стр.

Магниторазведка: Справочник геофизика/ Под ред. В. Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. – 2-е изд. – М.: недра, 1990. -470 с

Сейсморазведка. Справочник геофизика. В двух книгах. Книга 1 Кн.1. Изд. 2, перераб. и доп. 1990. 336 с.

Яновский Б.М. Земной магнетизм. В 2 т. Изд-во ЛГУ. 1978. 268с/117 с.

### **Вариативная часть**

Гелдарт Л., Шерифф Р. Сейсморазведка. Том 1. История, теория и получение данных – М. Мир. 1987. 448 с.

- Гелдарт Л., Шерифф Р. Сейсморазведка. Том 2. Обработка и интерпретация. – М. Мир. 1987. 400 с.
- Гравиразведка. Справочник геофизика. – Недра. Москва. 1990 г., 607 с.
- Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. – М.: Мир, 1969. Вып. 1. 423 с.
- Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. – М.: Мир, 1970. Вып. 2. 352 с.
- Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. – М.: Мир, 1970. Вып. 3. 344 с.
- Долгаль А.С. Комплексование геофизических методов: учеб. пособие /А.С. Долгаль; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 167 с.
- Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. - М.: Наука и образование, 2013. 413 с.
- Касахара К. Механика землетрясений. М.: Мир, 1985. 264 с.
- Кауфман А.А. Введение в теорию геофизических методов. Часть 1. Гравитационные, электрические и магнитные поля. – М.: Недра, 1997. 250 с.
- Кауфман А.А., Левшин А.Л. Введение в теорию геофизических методов. Часть 3. Акустические и упругие волновые поля в геофизике. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. 519 с.
- Кондратьев И.К. Рыжков В.И., Киссин Ю.М., Шубин А.В. Способы реализации и оценка эффективности сейсмической инверсии. – М. РГУ Нефти и Газа им. Губкина. 2011 г. 62 с.
- Кузьмин Ю. О., Жуков В. С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. - М.: Издательство Московского Государственного Горного университета, 2004. 262 с.
- Магницкий В. А. Внутреннее строение и физика Земли. -М.: Недра, 1965. -379с. или М., Наука, 2006 или М., Физ. ф-т МГУ, 2006.
- Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д.. Элементы математической физики. - М.: Наука, 1973. 352 с.
- Матвеев Б.К. Электроразведка – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Недра. 1990. 367 с.
- Сейсморазведка. Справочник геофизика. – Недра. Москва. 1981 г., 464 с.
- Светов Б.С. Основы геоэлектрики. – М.: Издательство ЛКИ. 2008. – 656 с.
- Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука. 1993.
- Тихонов А.Н., Арсенин А.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука. 1986. 288 с.

Тихонов А.Н., Самарский А.А.. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1966. 724 с.

Троян В.Н. Принципы решения обратных геофизических задач. – С.-Пб. Изд. СПбГУ. 2007. 197 с.

Хмелевской В.К., Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Попов М.Г., Селиверстов Н.И., 11. Шевнин В.А. Геофизические методы исследований. – Петропавловск-Камчатский. Изд-во КГПУ. 2004. 232 с.

Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология. Часть “Введение”. Л.: Недра. 1982. С.312.

Шалаева Н.В., Старовойтов А.В. Основы сейсмоакустики на мелководных акваториях. – М.: МГУ. 2010. 256 с.

Ягола А. Г., Степанова И. Э., Титаренко В. Н., Ван Я. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. – Бином. Москва, 2014.

Яновская Т.Б., Прохорова Л.Н. Обратные задачи геофизики. – Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004 г.