

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ



И.о. декана физического факультета МГУ

/ В.В. Белокуров /

«21» марта 2024 г.

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1.6.9 Геофизика**

Шифр и наименование области науки

**1. Естественные науки**

Наименование отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени

**Физико-математические науки**

Москва 2024

## **I. Описание программы**

Программа-минимум кандидатского экзамена, разработана Физическим факультетом Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова на основе паспорта научной специальности, утвержденного Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, и учебного плана программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 1.6.9 Геофизика в отрасли физико-математических наук.

## **II. Основные разделы и вопросы к экзамену**

### **Тема 1. Сейсмология**

Упругие деформации и напряжения. Уравнения движения упругой среды. Типы упругих волн. Влияние границ на распространение упругих волн. Географы. Собственные колебания Земли.

Сейсмологические методы исследования строения Земли. Строение земной коры и ее основные типы. Скоростной разрез земного шара. Земное ядро: строение, физическое состояние, состав. Мантия: строение, состав.

Сейсмические приборы. Типы сейсмографов, их частотные характеристики. Аналоговая и цифровая регистрация. Сейсмограмма. Локация землетрясений. Сейсмические каталоги.

Природа землетрясений. Энергия землетрясений. Шкалы магнитуд и интенсивности. Физика и механизм очага. Географическое распределение землетрясений. Статистические закономерности сейсмичности. Цунами. Техногенная сейсмичность.

Прогноз землетрясений. Физические предпосылки прогноза землетрясений. Модели подготовки землетрясений. Предвестники землетрясений, их классификация. Виды прогноза землетрясений. Стратегия прогноза землетрясений. Районирование сейсмической опасности. Сейсмический риск.

### **Тема 2. Гравитационное поле Земли**

Методы наблюдений. Абсолютные и относительные измерения. Гравиметры. Спутниковая гравиметрия.

Теория потенциала. Сила тяжести и ее потенциал. Разложение поля по сферическим функциям. Механический смысл стоксовых постоянных. Нормальный и возмущающий потенциал. Нормальная сила тяжести. Аналитическое продолжение.

Фигура Земли и методы ее изучения. Геоид и квазигеоид. Вычисление высот геоида и квазигеоида.

Гравитационная аномалия. Редукции. Гипотеза изостазии.

Прямые и обратные задачи теории потенциала. Масса и момент инерции Земли. Решение некорректно поставленных обратных задач. Методы регуляризации.

### **Тема 3. Геомагнетизм**

Структура и источники магнитного поля Земли. Аналитическое описание геомагнитного поля, магнитный потенциал, теория Гаусса. Эволюция главного геомагнитного поля.

Динамо-теория генерации магнитного поля Земли. Полоидальные и тороидальные магнитные поля. Вековые вариации и инверсии геомагнитного поля.

Поле геомагнитных аномалий над континентами и океанами. Источники геомагнитных аномалий, магнитоактивный слой земной коры. Природа линейных магнитных аномалий в океанах.

Физические основы палеомагнетизма. Магнетизм горных пород. Виды намагниченности горных пород. Определение величины и направления древнего магнитного поля по остаточной намагниченности горных пород.

Природа переменной составляющей магнитного поля Земли. Ионосфера и периодические геомагнитные вариации.

Взаимодействие солнечного ветра с геомагнитным полем, формирование магнитосферы Земли, ее размеры и структура. Геомагнитные возмущения, их природа и источники. Магнитные бури: закономерности и причины.

#### **Тема 4. Тепловое поле Земли**

Теплофизические параметры горных пород и методы их измерения.

Механизмы переноса тепла в Земле. Тепловой поток. Мантийная конвекция.

Оценки температуры в глубинах Земли. Источники тепла Земли. Термическая история Земли.

#### **Тема 5. Физика Земли**

Современные модели Земли. Природа основных границ в недрах Земли.

Вещество Земли в условиях высоких температур и давлений. Фазовые переходы внутри Земли.

Реология вещества Земли.

Электропроводность Земли.

Геодинамика и геодинамические процессы.

Геохронология и возраст Земли.

Гипотезы о происхождении и развитии Земли.

### **III. Критерии оценивания**

<b>Критерии и показатели оценивания ответа на экзамене</b>			
<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>
Фрагментарные знания в области геофизики	Неполные знания в области геофизики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области геофизики	Сформированные и систематические знания в области геофизики

#### **IV. Рекомендуемая основная литература**

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Теория и методы. М. Мир, 1983.
2. Ботт М. Внутреннее строение Земли. М: Мир, 1974.
3. Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли. М.: Наука, 1976.
4. Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. - М.: Наука и образование, 2013. 413 с.
5. Захаров В.С., Смирнов В.Б. Физика Земли. М. 2016. 328с.
6. Лайонс Л., Уильямс Д. Физика магнитосферы. М., Мир, 1987.
7. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Недра, 1965. - 379с. или М., Наука, 2006 или М., Физ. ф-т МГУ, 2006.
8. Максимочкин В.И. Геомагнитные вариации и магнитосфера Земли. М., Физический факультет МГУ, 2014, 115 с.
9. Могги К. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1988.
10. Пантелеев В.Л. Теория фигуры Земли. 2000.
11. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993.
12. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. М.: Наука, 2003. 270 с.
13. Стейси Ф.Д. Физика Земли. М.: Мир, 1972.
14. Теркотт Д., Шуберт Дж. Геодинамика. Т. 1,2. М. 1985.
15. Трухин В.И. и др. Ферримагнетизм минералов. Изд.-во Моск. ун.-та, 1983 – 96 с
16. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Ч. 1, 2. Л.: Изд-во ЛГУ, 1963-1964.

#### **V. Рекомендуемая дополнительная литература**

1. Жарков В.Н. Физика Земных недр. "Наука и образование". 2012. 384.
2. Касахара К. Механика землетрясений. М.: Мир: 1985.
3. Рикитакэ Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979.
4. Сейсмические опасности / Отв. ред. Г.А. Соболев // Природные опасности. М.: Издательская фирма «КРУК», 2000.
5. Barthelmes F. Definition of Functionals of the Geopotential and Their Calculation from Spherical Harmonic Models. Theory and formulas used by the calculation service of the International Centre for Global Earth Models (ICGEM) <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/>
6. Stacey F.D, Devis P.M. Physics of the Earth. Cambridg Univ. Press. 2008.
7. Stein S., Wysession M. An introduction to seismology, earthquakes and Earth structure. Blackwell Publishing, 2003. 498 p.
8. Treatise on geophysics / G. Schubert – ed. Elsevier, 2009. 5602 p.