

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ «ФАКТ НАУКИ О ЗЕМЛЕ»  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

Вступительное испытание проводится в форме собеседования.

Собеседование состоит из двух частей:

- собеседование по содержанию выпускной квалификационной работы, выполненной поступающим при окончании специалитета или магистратуры, – в соответствии с частью I настоящей программы;
- собеседование по общетеоретическим вопросам из раздела, соответствующего направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего, – в соответствии с частью II настоящей программы.

**ЧАСТЬ I**

**Вопросы по выпускной квалификационной работе поступающего  
(магистратура или специалитет)**

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

**ЧАСТЬ II**

**Раздел «Физика атмосферы и гидросферы»**

**1. Общие понятия геофизики**

- 1.1. Образование и ранняя эволюция Земли. Земля как планета, происхождение солнечной системы, стадии эволюции допланетного диска и образования планет, процессы в недрах Земли в стадии ее аккумуляции из планетезималей, конвективные процессы в модели растущей Земли, процессы дегазации и модели первичных атмосфер.
- 1.2. Образование и эволюция атмосферы и гидросферы Земли.
- 1.3. Электромагнитные и акустические эффекты в атмосфере при сейсмических процессах. Электромагнитные излучатели в материальных средах. Поверхностные электромагнитные волны. Распространение электромагнитного импульса в многослойной среде.
- 1.4. Передача возмущения между различными геосферами. Межгеосферные связи при сильных геосферных возмущениях.

**2. Атмосфера**

- 2.1. Структура атмосферы, структурные особенности нижней, средней и верхней атмосферы. Общая циркуляция атмосферы.
- 2.2. Аэрономия атмосферы, солнечное излучение и его спектр в различных слоях атмосферы, тепловые и фотохимические эффекты излучения, температурный режим атмосферы.
- 2.3. Уравнения радиационной газодинамики. Основные методы решения уравнения переноса излучения. Уравнение состояния воздуха. Ударные волны в атмосфере.
- 2.4. Волновые процессы локального и глобального масштабов. Распространение звука, инфразвука, акустико-гравитационные волны, волны Росби.
- 2.5. Экспериментальные методы исследования средней и верхней атмосферы.

- 2.6. Структура, состав и основные параметры ионосферы, фотохимические и физические процессы в ионосфере: ионизация солнечным излучением и корпускулярными потоками, процессы рекомбинации, амбиполярная диффузия.

### **3. Гидросфера**

- 3.1. Строение и состав мирового океана, состав морской воды, вертикальное распределение температуры, солености и плотности воды в океане. Основные слои мирового океана.
- 3.2. Морские течения, их классификация, методы изучения.
- 3.3. Основные типы волн в гидросфере.

### **4. Магнитосфера**

- 4.1. Магнитное и геомагнитное поле Земли, дипольное приближение, дрейф магнитных полюсов и его влияние на верхние геосферы
- 4.2. Структура и динамика магнитосферы Земли, солнечный ветер и межпланетное магнитное поле, взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли, электрические поля и токи в магнитосфере, электромагнитные и плазменные волны в магнитосфере, захват частиц и радиационные пояса Земли.
- 4.3. Космическая погода, солнечная активность, магнитные бури.

### **Литература:**

1. Frank D. Stacey and Paul M. Physics of the Earth. Cambridge University Press, 2008
2. Kshudiram Saha. The Earth's Atmosphere, Its Physics and Dynamics. Springer, 2008
3. Michael C. Kelley. The Earth's Ionosphere. Plasma Physics and Electrodynamics. Elsevier, 2009.
4. Walter Heikkila. Earth's Magnetosphere. Elsevier, 2012.
5. S.-I. Akasofu. Exploring the Secrets of the Aurora. Springer, 2007.
6. А.М. Гусев. Основы океанологии. - М.: Изд-во МГУ, 1983. - 246 с.
7. А.Д. Данилов, М.Н. Власов. Фотохимия ионизованных и возбужденных частиц в нижней ионосфере. Л.: Гидрометеиздат. 1973. 190 с.
8. Ю.П. Доронин. Физика океана. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2002.
9. В.Е. Зуев, В.С. Комаров. Статистические модели температуры и газовых компонент атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1986. 264 с.
10. Р. Кинг, Г. Смит. Антенны в материальных средах. В 2 томах. М.: Мир, 1984. 824с.
11. Г.Е. Кононова, К.В. Показеев. Динамика морских волн. М.: Изд-во МГУ, 1985.
12. В.А. Магницкий. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука, 2006.
13. Г. Джеффрис. Земля, ее происхождение, история и строение. ИЛ. 1960г.
14. Взаимодействие в системе литосфера, гидросфера, атмосфера/ Л.Н. Рыкунов, Е.П. Анисимова, Н.К. Шелковников и др. М.: Недра, 1996.
15. Плазменная гелиогеофизика. т.1 и т.2 Москва. Физматлит, 2008.

## Раздел «Океанология»

### 1. Общие сведения об океане.

- 1.1. Мировой океан как составная часть географической оболочки Земли. Содержание науки об океане — океанологии; разделы океанологии; связь океанологии с другими науками о Земле. Главные направления и перспективы изучения океана.
- 1.2. Морская вода как природный объект. Молекулярная структура воды в различном агрегатном состоянии; модели структуры воды. Химический состав морской воды.
- 1.3. Силовые поля в океане. Уравнения движения (Эйлера, Лагранжа, Навье—Стокса, Рейнольдса). Уравнение неразрывности, уравнение гидростатики.
- 1.4. Понятие о баротропности и бароклинности океана.
- 1.5. Классификация течений в океане. Теории течений (Экмана, Бьеркнеса, полных потоков и др.) и их современное развитие. Влияние на развитие течений, неравномерности распределения скорости ветра и плотности в океанах и морях. Системы основных океанических течений

### 2. Волновые движения в океане.

- 2.1. Причины, вызывающие волновые движения вод в океанах и морях. Классификация морских волн и механизмы их развития. Характеристики волновых движений.
- 2.2. Основы гидродинамической теории поверхностных гравитационных и гравитационно-капиллярных волн. Дисперсия, дисперсионные уравнения, фазовая и групповая скорость волн. Короткие и длинные волны. Линейные и нелинейные волны. Энергия волн и ее поток. Ветровые волны: статистические и спектральные методы описания. Зарождение и развитие ветровых волн.
- 2.3. Баротропный радиус деформации Россби. Волны Пуанкаре, Свердрупа и Кельвина. Градиентно-вихревые волны, планетарные и топографические волны Россби. Волны в тропической зоне. Экваториальные волны. Различные виды прибрежного захвата и соответствующие формы захваченных волн. Внутренние волны; теория внутренних волн в слоистой жидкости и при непрерывной стратификации.

### 3. Оптика.

- 3.1. Баланс световой энергии; его составляющие; методы их наблюдений и расчетов; роль световой энергии в океане.
- 3.2. Гидрооптическая структура, ее связь с термохалинной структурой и взвешенными веществами в толще вод. Основные гидрооптические параметры океана.
- 3.3. Оптические свойства морской поверхности. Закономерности распространения света в океане. Влияние световых волн на развитие жизни в океане.
- 3.4. Оптические методы исследования океана.

### 4. Дистанционные методы исследования океана и слежение за состоянием его природной системы

- 4.1. Дистанционные методы (самолетно-вертолетные, спутниковые). Бортовая аппаратура, ее назначение. ИК-радиометры, СВЧ, локаторы бокового обзора, лазерные методы зондирования океана.
- 4.2. Визуальные наблюдения с борта летающих аппаратов. Дистанционные измерения в интересах океанологии, метеорологии, геологии, изучения природных ресурсов океана, охраны природной среды океана, геодезии и картографии.
- 4.3. Спутниковое обеспечение мореплавания и связи. Понятие о геофизических информационных ресурсах.

## **5. Применение вычислительной техники в океанологии.**

- 5.1. Принципы построения и структура океанологических информационных систем. Их оптимизация.
- 5.2. Компьютерные атласы океана.
- 5.3. Основные направления применения вычислительной техники в океанологии.
- 5.4. Использование численных методов при решении задач по изучению океана.

### **Литература:**

1. В.С. Архипкин, С.А. Добролюбов. Основы термодинамики морской воды. М.: Диалог — МГУ, 1998.
2. В.Н. Воробьев, Н.П. Смирнов. Общая океанология. Ч.2. Динамические процессы. СПб.: Изд-во РГГМУ, 1999.
3. Д.Е. Гершанович, А.А. Елизаров, В.В. Сапожников. Биопродуктивность. М.: Агропромиздат, 1990.
4. А. Гилл. Динамика атмосферы и океана. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
5. Ю.П. Доронин. Физика океана. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2002.
6. Б.С. Залогин, А.Н. Косарев. Моря. М.: Мысль, 1999.
7. Г.Е. Кононкова, К.В. Показеев. Динамика морских волн. М.: Изд-во МГУ, 1985.
8. В.Л. Лебедев. Граничные поверхности в океане. М.: Изд-во МГУ, 1986.
9. В.Н. Малинин. Общая океанология. Ч.1. Физические процессы. СПб.: Изд-во РГГМУ, 1998.
10. О.И. Мамаев. Физическая океанография. Избранные труды. М.: Изд-во ВНИРО, 2000.
11. Г.И. Марчук, А.С. Саркисян. Математическое моделирование циркуляции океана. М.: Наука, 1988.
12. Океанология. Физика океана. Геология океана. Химия океана. Биология океана. М.: Наука, 1977 – 1980.

## **Раздел «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»**

### **1. Общие понятия геофизики**

- 1.1. Образование и ранняя эволюция Земли. Земля как планета, происхождение солнечной системы, стадии эволюции допланетного диска и образования планет, процессы в недрах Земли в стадии ее аккумуляции из планетезималей, конвективные процессы в модели растущей Земли, процессы дегазации и модели первичных атмосфер.
- 1.2. Ядро Земли. Состав внутреннего и внешнего ядра, температурный градиент, магнитное поле Земли и источники энергии в ядре, палеомагнетизм, геодинамо, состояние и эволюция ядра.
- 1.3. Мантия и океаническая кора. Верхняя и нижняя мантии, состав, фазовые превращения вещества в мантии, вязкость, литосфера и астеносфера, тепловой режим мантии (источники и температура), горячие точки и струи.
- 1.4. Континентальная и океаническая кора. Природа земной континентальной коры, структура и состав, эволюция континентальной коры, геология и тектоника, динамика континентальной коры. Гипотеза тектоники плит, тектоника плюмов. Дискретность земной коры. Разломы земной коры.

### **2. Геомеханика**

- 2.1. Механические модели твердого тела. Теоретическая прочность твердого тела. Дефекты кристаллических тел. Образование трещин. Равновесная трещина Гриффитса. Дислокации. Основные механизмы и факторы пластических деформаций горных пород. Реологические модели. Виды разрушения: отрывом и сдвигом. Предельные напряжения, их зависимость от вида напряженного состояния, скорости деформирования, масштаба. Образование трещин. Равновесная трещина Гриффитса.
- 2.2. Прочность горных пород и критерии разрушения. Предельные напряжения, их зависимость от вида напряженного состояния, скорости деформирования, масштаба. Эффективные напряжения Терцаги. Критерий Кулона- Мора. Трение горных пород. Современные модели трения.

### **3. Флюидодинамика**

- 3.1. Фильтрационные свойства горного массива. Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов, их роль в тектонических процессах. Характеристики пород-коллекторов: пористость, проницаемость. Методики и аппаратура для измерения фильтрационных свойств горных пород.
- 3.2. Законы движения вязкой жидкости в пористом теле. Балансы массы, импульса и момента импульса. Уравнение Дарси и границы его применимости. Двучленный закон фильтрации. Фильтрация двухфазного флюида. Механика пористых сред с упругим скелетом. Уравнение пьезопроводности.
- 3.3. Формирование месторождений углеводородов. Геофизические методы разведки месторождений углеводородов. Прямые и обратные задачи разведки недр. Гидроразрыв пласта.

### **4. Сейсмология**

- 4.1. Волновое уравнение. Объемные и поверхностные волны в Земле.
- 4.2. Отражение и преломление плоских волн на границах раздела. Способы построения отражающих границ. Строение Земли по сейсмическим данным. Сейсмические источники. Сейсмометры, методы регистрации и анализа сейсмических данных.
- 4.3. Землетрясения, основные характеристики. Сейсмическая энергия и сейсмический момент. Магнитуда и бальность землетрясения. Типы магнитуд. Эффект насыщения магнитуд. Распределение землетрясений по поверхности Земли и по глубине,

корреляция с границами тектонических плит и геоблоков. Техногенные землетрясения.

- 4.4. Модели подготовки землетрясений. Форшоки и афтершоки. Статистика землетрясений. Закон Омори. Закон Гуттенберга-Рихтера.

#### **Литература:**

1. В.А. Магницкий. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука, 2006.
2. В.Н. Жарков, В.Л. Трубицын. Физика планетных недр. М.: Наука, 1980.
3. Г. Джеффрис. Земля, ее происхождение, история и строение. ИЛ. 1960г.
4. Д. Теркот, Дж. Шуберт. Геодинамика (в 2-х частях). М.: Мир, 1985
5. Г.Г. Кочарян. Деформационные процессы в массивах горных пород. М.: МФТИ, 2011. 365с.
6. В.С. Захаров, В.Б. Смирнов. Физика Земли: — ИНФРА-М Москва, 2016. — 328 с.
7. Г.Г. Кочарян, С.Б. Турунтаев. Введение в геофизику месторождений углеводородов. М.: МФТИ, 2007. – 348 с.
8. Г.В. Беляков. Физические процессы при заводнении пласта. – М.: МФТИ, 2007. 52с.
9. А.А. Спивак. Массоперенос в массивах горных пород. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007. 176 с.
10. В.Н. Николаевский. Механика нефтегазоносных горных массивов. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007. 176 с.
11. К. Касахара. Механика землетрясений. М.: Мир, 1985. 264 с.