

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

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе (часть I), вопросы из раздела, соответствующего направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего (часть II), и теоретические вопросы по профилю выбранной базовой кафедры (часть III).

ЧАСТЬ I

Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет)

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

**Раздел «Физика атмосферы и гидросферы»
ЧАСТИ II-III**

Программа ориентирована на кафедры: **теоретической и экспериментальной геофизики, термогидромеханики океана.**

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, граница ядро-мантия. Морфология поверхности внутреннего ядра.
- 1.3. Мантия и океаническая кора. Верхняя и нижняя мантии, состав, фазовые превращения вещества в мантии, вязкость, литосфера и астеносфера, плиты, тепловой режим мантии (источники и температура), горячие точки и струи, движения плит, латеральные неоднородности.
- 1.4. Континентальная кора. Природа земной континентальной коры, структура и состав, эволюция континентальной коры, геология и тектоника, динамика континентальной коры. Воздействие внешних природных источников энергии: солнечного излучения и космоса, приливных сил, астероидов, метеоритов и космической пыли. Воздействие внутренних природных источников энергии. Динамические процессы во внутренних геосферах. Конвективные течения в ядре и мантии. Геодинамо. Тепловой поток Земли.
- 1.5. Гидродинамические и радиационно-гидродинамические явления при сильных взрывах в однородном воздухе и в атмосфере переменной плотности. Природные катастрофы и их последствия. Волновые процессы локального и глобального масштабов, акустические и акустико-гравитационные волны. Перенос оптических, электромагнитных и корпускулярных излучений в атмосфере. Активные геофизические эксперименты.
- 1.6. Импульсные электромагнитные поля, шумы и их вариации в атмосфере при сильных возмущениях. Электромагнитные и акустические эффекты в атмосфере при сейсмических процессах. Передача возмущений между различными геосферами.

Литосферно-атмосферно-ионосферно-магнитосферные связи при сильных геосферных возмущениях.

2. Горный массив как объект геомеханики

- 2.1. Механические модели твердого тела. Классическая теория упругости. Моментная теория упругости (континуум Косера). Идеально-пластическое тело. Физика деформирования твердого тела. Отличие природных твердых тел от конструкционных материалов.
- 2.2. Виды разрушения: отрывом и сдвигом. Предельные напряжения, их зависимость от вида напряженного состояния, скорости деформирования, масштаба. Образование трещин. Равновесная трещина Гриффитса.
- 2.3. Дробление твердого тела как процесс образования множества трещин. Дробление в статических и динамических условиях. Две стадии дробления. Вероятностный подход к описанию кусковатости разрушенной среды. Статистические распределения Вейбулла и логнормальное, описывающие кусковатость разрушенной среды.
- 2.4. Фильтрационные свойства горного массива. Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов, их роль в тектонических процессах. Характеристики пород-коллекторов: пористость, проницаемость. Законы движения вязкой жидкости в пористом теле. Балансы массы, импульса и момента импульса. Уравнение Дарси, границы его применимости.
- 2.5. Двучленный закон фильтрации. Механика пористых сред с упругим скелетом. Уравнение пьезопроводности. Фильтрация двухфазного флюида. Методики и аппаратура для измерения фильтрационных свойств массива. Формирование месторождений углеводородов. Геофизические методы разведки месторождений углеводородов. Прямые и обратные задачи разведки недр. Изменение фильтрационных свойств углеводородного коллектора в процессе его эксплуатации. Гидроразрыв пласта.

3. Геомеханические процессы в земной коре

- 3.1. Землетрясение как индикатор достижения максимальных напряжений в земной коре и проявления крупномасштабного разрушения. Распределение землетрясений по поверхности Земли и по глубине, корреляция с границами геоблоков и направлениями их взаимного движения. Пояса сейсмической активности. Типы землетрясений. Процесс накопления энергии и ее выделение в виде упругой отдачи. Признаки готовящегося землетрясения и возможности прогнозирования. Роль флюидов при подготовке землетрясений. Эффективные напряжения Терцаги. Критерий Кулона-Мора.
- 3.2. Метеоритный удар. Аналогия с контактным взрывом. Разрушение при метеоритном ударе. Влияние геологии и свойств мишени на механизм формирования воронки. Эффект возвратного движения и возникновение центральной горки. Масштабные эффекты. Влияние метеоритных ударов на геологические структуры.

4. Техногенные процессы.

- 4.1. Техногенное воздействие на геосферы. Воздействие горнодобывающего и нефтегазового комплексов.
- 4.2. Завальные озера и водохранилища ГЭС. Воздействие мегаполиса. Геотехногенные явления.
- 4.3. Изменение напряженного состояния, вызванное техногенным воздействием. Землетрясения на углеводородных месторождениях и горных рудниках.
- 4.4. Катастрофы, аварии и последствия развития ядерных технологий в мире и России. Проблема радиоактивных отходов.

5. Сейсмология

- 5.1. Волновое уравнение. Объемные и поверхностные волны в Земле.
- 5.2. Отражение и преломление плоских волн на границах раздела. Способы построения отражающих границ. Строение Земли по сейсмическим данным. Сейсмические источники.
- 5.3. Принципы сейсмометрии. Методы анализа сейсмических данных.
- 5.4. Магнитуда и балл землетрясения. Закон Гуттенберга-Рихтера.

6. Атмосфера

- 6.1. Структура атмосферы, структурные особенности нижней, средней и верхней атмосферы, электрические свойства атмосферы, аэрономия средней атмосферы, солнечное излучение и его спектр в различных слоях атмосферы, тепловые и фотохимические эффекты излучения, внутренние атмосферные волны - основной механизм взаимодействия атмосферных слоев, основные эффекты, вызванные изменением солнечной радиации,высыпанием частиц, землетрясениями, мощными взрывами, извержением вулканов, антропогенным воздействием, литосферно-атмосферные связи (акустика, электрические поля).
- 6.2. Динамические процессы в системе взаимодействующих геосфер на границе земная кора-атмосфера. Релаксационные процессы в земной коре. Микросейсмические колебания как характеристика режима геодинамических процессов. Эманация подземных газов. Трансформация и перераспределение энергии между геофизическими полями разной природы.
- 6.3. Структура, состав и основные параметры ионосферы, фотохимические и физические процессы в ионосфере: ионизация солнечным излучением и корпускулярными потоками, процессы рекомбинации, амбиполярная диффузия, влияние динамических процессов в средней атмосфере на формирование ионосферных слоев, основы электродинамики ионосферы: диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы, обобщенный закон Ома, электрические поля и токи, распространение электромагнитных волн в ионосфере, особенности образования и основные параметры полярной ионосферы, атмосферно-ионосферные связи.

7. Магнитосфера

- 7.1. 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.
- 7.2. Границы области захваченной радиации, основные механизмы генерации геомагнитных пульсаций, высыпание частиц и магнитосферно-ионосферные связи, искусственные радиационные пояса.

Литература

1. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука, 2006 г.
2. Жарков В.Н., Трубицын ВЛ. Физика планетных недр. М.: Наука, 1980 г.
3. Джеффрис Г. Земля, ее происхождение, история и строение. ИЛ. 1960 г.
4. Тер Кот Д., Шуберт Джю. Геодинамика (в 2-х частях). М.: Мир, 1985 г.
5. Морозов Н.Ф. Математические вопросы теории трещин. М.: Наука, 1984 г.
6. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность природных массивов. М.: Академкнига, 2007.
7. Кочарян Г.Г., Спивак А.А. Динамика деформирования блочных массивов горных пород. М.: Академкнига, 2003.
8. Взаимодействие в системе литосфера, гидросфера, атмосфера/ Рыкунов Л.Н., Анисимова Е.П., Шелковников Н.К. и др. М.: Недра, 1996.
9. Акасофу С.И., С. Чепмен. Солнечно-Земная физика (в 2-х частях). М. Мир, 1975.

10. Аки К, Ричарде П. Количественная сейсмология. М.: Мир. 1984.
11. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986, 301с.
12. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. М.: "Недра", 1993.
13. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: "Недра", 1981. 231 с.
14. Ching I. Meng. FuroralPlyysics. Cambridge University press: 1991.
15. Кочарян Г.Г., Турунтаев С.Б. Введение в геофизику месторождений углеводородов. М.: МФТИ, 2007. – 348с.
16. Беляков Г.В. Физические процессы при заводнении пласта. – М.: МФТИ, 2007. 52с.
17. Спивак А.А. Массоперенос в массивах горных пород. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007. 176 с.
18. Николаевский В.Н. Механика нефтегазоносных горных массивов. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007. 176 с.

Раздел «Океанология» ЧАСТИ II-III

Программа ориентирована на кафедру **термогидромеханики океана**.

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

Программа ориентирована на кафедру **теоретической и экспериментальной геофизики**.

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, граница ядро-мантия. Морфология поверхности внутреннего ядра.
- 1.3. Мантия и океаническая кора. Верхняя и нижняя мантии, состав, фазовые превращения вещества в мантии, вязкость, литосфера и астеносфера, плиты, тепловой режим мантии (источники и температура), горячие точки и струи, движения плит, латеральные неоднородности.
- 1.4. Континентальная кора. Природа земной континентальной коры, структура и состав, эволюция континентальной коры, геология и тектоника, динамика континентальной коры. Воздействие внешних природных источников энергии: солнечного излучения и космоса, приливных сил, астероидов, метеоритов и космической пыли. Воздействие внутренних природных источников энергии. Динамические процессы во внутренних геосферах. Конвективные течения в ядре и мантии. Геодинамо. Тепловой поток Земли.
- 1.5. Гидродинамические и радиационно-гидродинамические явления при сильных взрывах в однородном воздухе и в атмосфере переменной плотности. Природные катастрофы и их последствия. Волновые процессы локального и глобального масштабов, акустические и акустико-гравитационные волны. Перенос оптических, электромагнитных и корпускулярных излучений в атмосфере. Активные геофизические эксперименты.
- 1.6. Импульсные электромагнитные поля, шумы и их вариации в атмосфере при сильных возмущениях. Электромагнитные и акустические эффекты в атмосфере при сейсмических процессах. Передача возмущения между различными геосферами. Литосферно-атмосферно-ионосферно-магнитосферные связи при сильных геосферных возмущениях.

2. Горный массив как объект геомеханики

- 2.1. Механические модели твердого тела. Классическая теория упругости. Моментная теория упругости (континуум Косера). Идеально-пластическое тело. Физика деформирования твердого тела. Отличие природных твердых тел от конструкционных материалов.
- 2.2. Виды разрушения: отрывом и сдвигом. Предельные напряжения, их зависимость от вида напряженного состояния, скорости деформирования, масштаба. Образование трещин. Равновесная трещина Гриффитса.
- 2.3. Дробление твердого тела как процесс образования множества трещин. Дробление в статических и динамических условиях. Две стадии дробления. Вероятностный подход к описанию кусковатости разрушенной среды. Статистические распределения Вейбулла и логнормальное, описывающие кусковатость разрушенной среды.

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

3. Геомеханические процессы в земной коре

- 3.1. Землетрясение как индикатор достижения максимальных напряжений в земной коре и проявления крупномасштабного разрушения. Распределение землетрясений по поверхности Земли и по глубине, корреляция с границами геоблоков и направлениями их взаимного движения. Пояса сейсмической активности. Типы землетрясений. Процесс накопления энергии и ее выделение в виде упругой отдачи. Признаки готовящегося землетрясения и возможности прогнозирования. Роль флюидов при подготовке землетрясений. Эффективные напряжения Терцаги. Критерий Кулона-Мора.
- 3.2. Метеоритный удар. Аналогия с контактным взрывом. Разрушение при метеоритном ударе. Влияние геологии и свойств мишени на механизм формирования воронки. Эффект возвратного движения и возникновение центральной горки. Масштабные эффекты. Влияние метеоритных ударов на геологические структуры.

4. Техногенные процессы.

- 4.1. Техногенное воздействие на геосферы. Воздействие горно-добывающего и нефтегазового комплексов.
- 4.2. Завальные озера и водохранилища ГЭС. Воздействие мегалолиса. Геотехногенные явления.
- 4.3. Изменение напряженного состояния, вызванное техногенным воздействием. Землетрясения на углеводородных месторождениях и горных рудниках.
- 4.4. Катастрофы, аварии и последствия развития ядерных технологий в мире и России. Проблема радиоактивных отходов.

5. Сейсмология

- 5.1. Волновое уравнение. Объемные и поверхностные волны в Земле.
- 5.2. Отражение и преломление плоских волн на границах раздела. Способы построения отражающих границ. Строение Земли по сейсмическим данным. Сейсмические источники.
- 5.3. Принципы сейсмометрии. Методы анализа сейсмических данных.
- 5.4. Магнитуда и балл землетрясения. Закон Гуттенберга-Рихтера.

6. Атмосфера

- 6.1. Структура атмосферы, структурные особенности нижней, средней и верхней атмосферы, электрические свойства атмосферы, аэрономия средней атмосферы, солнечное излучение и его спектр в различных слоях атмосферы, тепловые и фотохимические эффекты излучения, внутренние атмосферные волны - основной механизм взаимодействия атмосферных слоев, основные эффекты, вызванные изменением солнечной радиации высыпанием частиц, землетрясениями, мощными

взрывами, извержением вулканов, антропогенным воздействием, литосферно-атмосферные связи (акустика, электрические поля).

- 6.2. Динамические процессы в системе взаимодействующих геосфер на границе земная кора-атмосфера. Релаксационные процессы в земной коре. Микросейсмические колебания как характеристика режима геодинамических процессов. Эманация подземных газов. Трансформация и перераспределение энергии между геофизическими полями разной природы.
- 6.3. Структура, состав и основные параметры ионосферы, фотохимические и физические процессы в ионосфере: ионизация солнечным излучением и корпускулярными потоками, процессы рекомбинации, амбиполярная диффузия, влияние динамических процессов в средней атмосфере на формирование ионосферных слоев, основы электродинамики ионосферы: диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы, обобщенный закон Ома, электрические поля и токи, распространение электромагнитных волн в ионосфере, особенности образования и основные параметры полярной ионосферы, атмосферно-ионосферные связи.

7. Магнитосфера

- 7.1. 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.
- 7.2. Границы области, захваченной радиацией, основные механизмы генерации геомагнитных пульсаций, высыпание частиц и магнитосферно-ионосферные связи, искусственные радиационные пояса.

Литература

1. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука, 2006.
2. Жарков В.Н., Трубицын В.Л. Физика планетных недр. М.: Наука, 1980.
3. Джеффрис Г. Земля, ее происхождение, история и строение. ИЛ. 1960.
4. Тер Кот Д., Шуберт Дж. Геодинамика (в 2-х частях). М.: Мир, 1985.
5. Морозов Н.Ф. Математические вопросы теории трещин. М.: Наука, 1984.
6. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность природных массивов. М.: Академкнига, 2007.
7. Кочарян Г.Г., Спивак А.А. Динамика деформирования блочных массивов горных пород. М.: Академкнига, 2003.
8. Взаимодействие в системе литосфера, гидросфера, атмосфера/ Рыкунов Л.Н., Анисимова Е.П., Шелковников Н.К. и др. М.: Недра, 1996.
9. Акасофу С.И., С. Чепмен. Солнечно-Земная физика (в 2-х частях). М. Мир, 1975
10. Аки К, Ричарде П. Количественная сейсмология. М.: Мир. 1984.
11. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986, 301 с.
12. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. М.: Недра, 1993.
13. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: Недра, 1981. 231 с.
14. Ching I. Meng. Furoral Physics. Cambridge University press: 1991.
15. Кочарян Г.Г., Турунтаев С.Б. Введение в геофизику месторождений углеводородов. М.: МФТИ, 2007, 348с.
16. Беляков Г.В. Физические процессы при заводнении пласта. – М.: МФТИ, 2007, 52 с.
17. Спивак А.А. Массоперенос в массивах горных пород. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007, 176 с.
18. Николаевский В.Н. Механика нефтегазоносных горных массивов. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007, 176 с.