

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт динамики геосфер Российской академии наук  
(ИДГ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ:

ВРИО директора ИДГ РАН

Ю.И. Зецер

« 19 » 09 2014 г.

**Программа  
вступительных испытаний в аспирантуру**

**Направление подготовки  
05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

**Профиль (направленность программы)  
25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых**

**Квалификация выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Форма обучения  
Очная**

Москва, 2014

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» и на основании письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.06.2011 г. «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования».

Программа вступительного испытания по профилю «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» направления подготовки 05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ охватывает следующие базовые разделы: геофизика, строение Земли, флюидодинамика недр, геомеханика, сейсмология, геофизические методы, основы теории вероятности и математической статистики, физические основы экологии.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **1. ФИЗИКА ЗЕМЛИ.**

Земля как планета, происхождение Солнечной системы, стадии эволюции допланетного диска и образования планет. Форма Земли, уравнения состояния вещества недр, распределение температуры и плотности по глубине. Основные черты строения Земли. Гравитационное поле Земли. Магнитное поле Земли, магнитосфера.

### **2. ЯДРО И МАНТИЯ ЗЕМЛИ**

Состав внутреннего и внешнего ядра, геодинамо и источники энергии в ядре, состояние и эволюция ядра, граница ядро-мантия.. Верхняя и нижняя мантии, состав, фазовые превращения вещества в мантии, вязкость, тепловой режим мантии (источники и температура), горячие точки и струи, латеральные неоднородности. Конвективные течения в ядре и мантии.

### **3. ЛИТОСФЕРА И КОРА.**

Природа океанической и континентальной коры, структура и состав, эволюция коры, геология и тектоника. Литосфера и астеносфера. Тепловой поток Земли. Процессы в литосфере и их проявления. Тектоника плит, плюм-тектоника. Сейсмичность. Основные характеристики землетрясений. Модели подготовки землетрясений. Разломы. Роль флюидов. Критерий Кулона-Мора. Землетрясения, индуцированные инженерной деятельностью человека. Сейсмичность на месторождениях. Основные механизмы землетрясений, индуцированных разработкой месторождений полезных ископаемых.

### **4. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.**

Основные геофизические методы изучения недр. Гравиметрия. Прямые и обратные задачи гравиразведки. Магнитометрические методы. Прямые и обратные задачи магнитной разведки. Электромагнитные методы разведки недр. Геотермические методы. Сейсмология. Уравнение движения упругой среды. Плоские упругие волны в неограниченной изотропной среде.

Объемные сейсмические волны. Поверхностные сейсмические волны. Отражение и преломление сейсмических волн. Закон Снелиуса. Годограф сейсмических волн. Строение Земли по сейсмическим данным. Сейсмические источники. Методы анализа сейсмических данных.

## 5. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ.

Относительная и абсолютная шкала времени. Геолого-стратиграфические и палеонтологические методы определения возраста пород. Стратиграфические подразделения высшего ранга. Эры и периоды. Физические методы оценки возраста пород. Рубидий-стронциевый и уран-свинцовый методы.

## 6. ФЛЮИДОДИНАМИКА НЕДР

Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов, их роль в тектонических процессах. Характеристики пород-коллекторов: пористость, проницаемость. Типы пористости. Методы определения пористости и проницаемости. Силы, определяющие миграцию флюидов в земной коре. Законы движения вязкой жидкости в пористом теле. Балансы массы, импульса и момента импульса. Уравнение Навье-Стокса Течение Пуазейля – Гагена Уравнение Дарси, границы его применимости и связь с уравнениями Навье-Стокса и Эйлера. Число Рейнольдса. Отклонения закона фильтрации от линейной зависимости. Уравнение Форхгеймера. Уравнение пьезопроводности. Простейшие задачи пороупругости. Пористые насыщенные среды со сложным реологическим законом скелета. Теории происхождения нефти. Формирование месторождений углеводородов. Геофизические методы разведки месторождений углеводородов. Основные гравиметрические и магнитометрические методы. Каротаж скважин, его виды. Пассивный сейсмический мониторинг. Изменение фильтрационных свойств углеводородного коллектора в процессе его эксплуатации.

## 7. ПОИСКОВАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ.

Основные характеристики сейсмических волн. Получение, обработка и интерпретация сейсмических данных. Сейсмические источники и приемники. Принципы решения прямых задач сейсморазведки. Прямая и обратная задача для отраженной волны в двухслойной среде с наклонной отражающей границей. Способы построения отражающих границ. Оцифровка записей. Преобразование Фурье. Деконволюция. Миграция.

## 8. ГЕОМЕХАНИКА

Механические модели твердого тела (Упругая модель Гука. Идеально-пластическое тело. Вязко-упругие тела. Сыпучие среды.). Понятие о геомеханической модели. Свойства пород и структура массивов. Область применения механики скальных пород. Классификация и основные свойства скальных пород. Структура массивов горных пород. Иерархия блоков. Иерархия межблоковых промежутков. Иерархия поля напряжений. Иерархия кольцевых структур. Применение структурных методов для разведки месторождений.

Физика деформирования твердого тела. Отличие природных твердых тел от конструкционных материалов. Зависимость деформации от времени. Реологические модели. Механическая модель твердого тела с диссипативной структурой. Статика и динамика деформирования твердого тела с диссипативной структурой.

Физическая природа хрупкого разрушения. Виды разрушения: отрывом и сдвигом. Предельные напряжения, их зависимость от вида напряженного состояния, скорости деформирования, масштаба. Образование трещин. Равновесная трещина Гриффитса. Скорость развития трещин в динамике и статике. Термофлуктуационная теория разрушения твердых тел. Кинетическая теория прочности. Влияние внешней нагрузки и температуры. Накопление микродефектов и возникновение магистрального разрыва. 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.

Свойства межблоковых промежутков. Исследование деформационных свойств нарушений сплошности сейсмическими методами. Накопление макродеформаций в массиве в результате малых возмущений. Изменение свойств нарушений сплошности в процессе накопления макродеформаций. Изменение свойств трещиноватых коллекторов при динамическом воздействии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология: Теория и методы. Т.1. – М.: Мир, 1983. – 519 с.
2. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология: Теория и методы. Т.2. – М.: Мир, 1983. – 525 – 880 с.
3. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. М.: Наука, 1983.
4. Кочарян Г.Г., Спивак А.А. Динамика деформирования блочных массивов. М., Академкнига, 423 с, 2003.
5. Кочарян Г.Г., Турунтаев С.Б. Введение в геофизику месторождений углеводородов. М.: МФТИ. – 2007. - 348 с.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.6: Гидродинамика: Учебник. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 731 с
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.7: Теория упругости: Учебник. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 259 с.
8. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986, 301с.
9. Теркот Д., Шуберт Джю. Геодинамика (в 2-х частях). М.: Мир, 1985
10. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Наука, 1994.
11. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1989. - 216с.

### Дополнительная:

1. Адушкин В.В. Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. М.: Недра. 1993. 319 с.
2. Адушкин В.В., Спивак А.А. Подземные взрывы. М.: Наука. 2007. 578 с.
3. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: URSS, 2007. 126 с.
4. Болт Б.А. Землетрясения: Общедоступный очерк. М.: Мир. 1981. 256 с.
5. Браун Д., Массет А. Недоступная Земля. – М.: Мир. 1984. 262 с.
6. Гаврилов В.П. Физика Земли: Учебник. М.: Недра. 2008. 287 с.
7. Геологические стихии: Землетрясения, цунами, извержения вулканов, лавины, оползни, наводнения. М.: Мир. 1978. 439 с.
8. Гордиенко И.В. История развития Земли: Учебник. Новосибирск: ГЕО. 2008. 284 с.
9. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ. 2005. 238 с.
10. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Ч. 2. М.: Горная книга. 2009. 227 с.
11. Киссин И. Г. Флюиды в земной коре: геофизические и тектонические аспекты. М.: Наука. 2009. 327 с.
12. Короновский Н.В., Ясаманов Н. А. Геология: Учебник. М.: Академия. 2010. 445 с.
13. Лобковский Л.И., Никишин А.М., Хаин В.Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: ГЕОС. 2004. 610 с.
14. Макарова Н.В., Суханова Т.В. Геоморфология: Учебник. М.: Изд-во МГУ. 2009. 413 с.

15. Садовский М. А. Геофизика и физика взрыва: Избранные труды М.: Наука. 1999. 335 с.
16. Садовский М. А. Геофизика и физика взрыва: Избранные труды М.: Наука. 2004. 440 с.
17. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. М.: КДУ. 2005. 559 с.

**Разработчики:**

С.Б. Турунтаев, доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий лабораторией «Геомеханики и флюидодинамики» ИДГ РАН

«16» 09 2014 г.  Турунтаев С.Б.  
Подпись Ф.И.О.

**Рецензенты:**

И.А. Спивак, доктор физико-математических наук,  
заведующий лабораторией «Приповерхностной геофизики» ИДГ РАН

«17» 09 2014 г.  Спивак И.А.  
Подпись Ф.И.О.

Программа вступительных испытаний в аспирантуру рассмотрена и утверждена Ученым советом ИДГ РАН (Протокол № 3а/14 от 18.09.2014 г.).