

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



**Программа
кандидатского экзамена**

Направление подготовки
05.06.01 Науки о земле

Профиль (направленность программы)
25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная, заочная

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».

В основу программы кандидатского экзамена по профилю «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» направления подготовки 05.06.01 «Науки о земле» положены фундаментальные основы геофизики, сейсмологии, геомеханики, флюидодинамики, геодинамики. Настоящая программа базируется на дисциплинах, касающихся исследований в области сейсмологии при изучении гравитационного, электрического, магнитного и теплового полей Земли, физики Земли и других планет Солнечной системы, а также при применении геофизических методов при поиске полезных ископаемых.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по наукам о Земле при участии Института физики Земли РАН.

II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Основная часть

1. Сейсмология

Природа землетрясений. Энергия землетрясений, их магнитуда и интенсивность. Механизмы очага. Частота и географическое распределение землетрясений. Характеристика основных сейсмических зон. Цунами. Техногенная сейсмичность.

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

Упругие деформации и напряжения. Уравнения движения упругой среды. Типы упругих волн. Влияние границ на распространение упругих волн. Годографы.

Строение земной коры и ее основные типы. Скоростной разрез земного шара. Земное ядро: строение, физическое состояние, состав. Мантия: строение, состав. Различные методы исследования строения Земли по наблюдениям за сейсмическими волнами.

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

2. Гравитационное поле Земли

Методы наблюдений. Абсолютные и относительные измерения. Маятники, гравиметры. Обработка результатов наблюдений. Определение параметров приборов. Редукции. Гравитационный потенциал. Уровенные поверхности. Фигуры равновесия. Нормальное поле. Аномалии силы тяжести. Методы изучения фигуры Земли. Обратная задача теории потенциала и методы ее решения. Масса и момент инерции Земли. Гипотеза изостазии. Внутреннее строение Земли по гравиметрическим данным.

3. Электрическое и магнитное поле Земли

Главное магнитное поле, магнитные карты. Сферический гармонический анализ. Вековые вариации. Палеомагнетизм. Происхождение главного магнитного поля. Аномальное магнитное поле континентов и океанов. Электромагнитное поле Земли. Строение магнитосферы. Аппаратура и методы геомагнитных исследований.

4. Тепловое поле Земли

Тепловой поток. Виды переноса тепла. Теплофизические параметры и методы их определений. Измерения теплового потока, аппаратура, производство наблюдений и обработка. Источники тепла внутри Земли. Оценка температуры в глубинах Земли. Термическая история Земли.

5. Физика Земли

Модели Земли. Вещество Земли в условиях высоких температур и давлений. Состав пород Земли. Фазовые переходы внутри Земли. Вулканические явления. Гипотезы о происхождении и развитии Земли.

6. Внутреннее строение планет солнечной системы

Общие сведения. Модели внутреннего строения. Состав. Физические поля планет.

7. Геофизические методы поисков полезных ископаемых

Сейсморазведка. Гравиметрическая разведка. Магнитная разведка. Электроразведка. Радиометрические и геохимические методы разведки. Геофизические исследования в скважинах.

Специальная часть

1. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ГОРНЫЕ МАССИВЫ

Структурные и основные физико-механические свойства горных пород и массивов. Механические модели твердого тела (Упругая модель Гука. Идеально-пластическое тело. Вязко-упругие тела. Сыпучие среды.). Физика деформирования твердого тела. Зависимость деформации от времени. Реологические модели. Физическая природа хрупкого разрушения. Виды разрушения: отрывом и сдвигом. Равновесная трещина Гриффитса. Скорость развития трещин в динамике и статике. Термофлуктуационная теория разрушения

твердых тел. Кинетическая теория прочности.

Понятие «флюид», распространенность и виды флюидов. Нефтяные и газовые коллекторы. Характеристики проницаемого пространства. Открытая и закрытая, развитая и неразвитая пористость. Истинные и эффективные напряжения. Влияние напряженного состояния массива горных пород и давления жидкости в порах на характеристики проницаемого пространства. Методы определения пористости и проницаемости горных пород и массивов. Представление проницаемого пространства горных массивов и коллекторов нефти и газа в виде регулярных проницаемых структур. Слехтеровское представление пористой среды.

2. ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

В ПРОНИЦАЕМОМ ПРОСТРАНСТВЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Опытные законы фильтрации. Коэффициент фильтрации. Коэффициент проницаемости. Балансы массы, импульса и момента импульса. Уравнение Навье-Стокса. Течение Пуазейля - Гагена. Линейный закон фильтрации (закон Дарси). Пределы применимости линейного закона фильтрации. Нелинейные законы фильтрации жидкостей и газа. Уравнение Форхгеймера. Уравнения пороупругости. Простейшие задачи пороупругости. Напорная и безнапорная фильтрация. Ортогональность линий тока и линий равного напора. Абсолютная и относительная проницаемость среды. Уравнение упругого режима фильтрации. Основы гидродинамики потока переменной плотности. Основные случаи фильтрации жидкости и газа. Совершенные и несовершенные скважины.

Капиллярность. Законы вытеснения жидкостей разной вязкости. Многофазные течения.

3. 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 криволинейных отражающих границ. Оцифровка записей. Преобразование Фурье. Деконволюция.

3. Избранные разделы математической статистики и численного анализа

Элементы теории вероятностей. Основные определения. Согласование экспериментальных данных. Определение числовых характеристик и законов распределения. Построение доверительных интервалов и проверка гипотез.

Обработка экспериментальной информации. Корреляционный анализ. Спектральный анализ. Регрессионный анализ. Фильтрация и выделение скрытых периодичностей. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация. Сплайны. Фрактальный анализ. Построение эмпирических формул. Разложение в ряд по заданной системе функций (тригонометрических, сферических) и по естественным ортогональным функциям (главным компонентам). Методы пространственной интерполяции физических полей. Применение численных методов для моделирования физических процессов в околоземном и межпланетном пространстве.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Адушкин В.В. и др. Геомеханика крупномасштабных взрывов. М.: "Недра", 1993.
2. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенные процессы в земной коре (опасности и катастрофы). – М.: ИНЭК, 2005. – 254с
3. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Теория и методы. М.: Мир. 1983.
4. Браун Д., Массет А. Недоступная Земля. М., Мир, 1984.

5. Бурштар М.С. Основы теории формирования залежей нефти и газа. М., Недра, 1973.
6. Витязев А.В., Печерникова Г.В., Сафронов В.С. Планеты земной группы. Происхождение и ранняя эволюция. М.: Наука, 1990.
7. Жарков В.Н., Трубицын В.П. Физика планетных недр. М.:Наука 1980
8. Качанов Л.М, Основы теории пластичности. М.Наука, 1989
9. Козлов Е.А. Миграционные преобразования в сейсморазведке.- М.: Недра, 1986. - 247с.
10. Кочарян Г.Г., Спивак А.А. Динамика деформирования блочных массивов. М., Академкнига, 423 с, 2003.
11. Кочарян Г.Г., Турунтаев С.Б. Введение в геофизику месторождений углеводородов. М.: МФТИ. – 2007. С.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т.VII. Теория упругости.
13. Олейников А.Н. Геологические часы. Ленинград "Недра" 1987.
14. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. М.: Недра, 1986, 301с.
15. Теркот Д., Шуберт Джю. Геодинамика (в 2-х частях). М.: Мир, 1985
16. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Наука, 1994.
17. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1989
18. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследования земной коры. Международный университет природы, общества и человека. Дубна 1997 г.
19. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: "Недра", 1981. 231 с.

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. Кири П., Брукс М. Введение в геофизическую разведку. М.: Мир. 1988. 382 с.
10. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ. 2005. 238 с.
11. Кириченко Ю.В. Наука о Земле. Ч. 2. М.: Горная книга. 2009. 227 с.
12. Киссин И. Г. Флюиды в земной коре: геофизические и тектонические аспекты. М.: Наука. 2009. 327 с.

13. Короновский Н.В., Ясаманов Н. А. Геология: Учебник. М.: Академия. 2010. 445 с.
14. Лобковский Л.И., Никишин А.М., Хаин В.Е. Современные проблемы геотектоники и геодинамики. М.: ГЕОС. 2004. 610 с.
15. Макарова Н.В., Суханова Т.В. Геоморфология: Учебник. М.: Изд-во МГУ. 2009. 413 с.
16. Садовский М. А. Геофизика и физика взрыва: Избранные труды М.: Наука. 1999. 335 с.
17. Садовский М. А. Геофизика и физика взрыва: Избранные труды М.: Наука. 2004. 440 с.
18. Тёркот Д.Л., Шуберт Д. Геодинамика: Геологическое приложение физики сплошных сред. Ч.1. М.: Мир. 1985. 374 с.
19. Тёркот Д.Л., Шуберт Д. Геодинамика: Геологическое приложение физики сплошных сред. Ч.2. М.: Мир. 1985. 730 с.
20. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (Геология на пороге XXI века). М.: Наука. 1994. 190 с.
21. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. М.: КДУ. 2005. 559 с.

Разработчики:

С.Б. Турунтаев, доктор физ.-мат. наук,

заведующий лабораторией «Геомеханики и флюидодинамики» ИДГ РАН

« 14 » сентября 2014 г.

Подпись

Ф.И.О.

Рецензенты:

А.А. Спивак, доктор физ.-мат. наук,

заведующий лабораторией «Приповерхностной геофизики» ИДГ РАН

« 14 » сентября 2014 г.

Подпись

Ф.И.О.

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и утверждена Ученым советом ИДГ РАН (Протокол № 3а от 18.09.2014 г.).