

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



Утверждаю
Директора Института
д.г.-м.н. Д.П. Гладкочуб
« ____ » _____ 2016 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
В АСПИРАНТУРУ

Укрупненная группа направления подготовки:
05.00.00 НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Направление подготовки: 05.06.01 – Науки о Земле

Направленность: «Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых»

Специальность 25.00.10

ИРКУТСК
2016

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по геофизике, геофизическим методам поиска полезных ископаемых предназначена для поступающих в аспирантуру на общем основании.

Программа базируется на следующих дисциплинах: «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» и «Сейсморазведка», «Гравиразведка», «Электроразведка».

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения перечисленных дисциплин в высшем учебном заведении по программам специалитета, магистратуры.

Утверждена на заседании ученого совета (протокол № 2 от 03.03.16 г.).

Методические указания к программе вступительного экзамена

Основной целью вступительного экзамена в аспирантуру по геофизике, геофизическим методам поиска полезных ископаемых является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- знание физико-геологических основ методов электроразведки; аппаратуры, методики полевых работ и способов интерпретации результатов электроразведки;
- знание физико-геологических основ гравиразведки; принципов измерения силы тяжести;
- понимание природы геомагнитных полей; принципов геомагнитных измерений;
- владение способами решения прямых и обратных задач грави- и магниторазведки; автоматизированными системами обработки и интерпретации гравитационных и магнитных аномалий;
- знание основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности; теоретических и физических закономерностей физических полей в геологических средах и их аналитического описания; основных способов решения прямых и обратных (некорректных) задач для каждого геофизического метода;
- знание фундаментальных основ теории распространения волн в однородных и неоднородных средах, идеальных и поглощающих средах; физико-геологических основ сейсморазведки; теории полей времён;
- знание методов сейсморазведки: МОВ, МОВ ОСТ, СТ, МПВ, ВСП и др.;
- понимание основ геометрической сейсмики и годографов волн; кинематики волн в двухслойных, многослойных и градиентных средах;
- уметь расшифровать структуру волновых полей и выполнить моделирование волновых полей;
- владение методами решения прямых и обратных задач сейсморазведки;
- знание основ обработки сейсморазведочных данных; теории частотной и пространственно-временной фильтрации; спектральных представлений, видов и методов определения сейсмических скоростей;
- знание теории построения сейсмических изображений, способов кинематической и динамической интерпретации сейсморазведочных данных;
- знание основ геологической интерпретации сейсморазведочных данных;
- понимание основных областей применения сейсморазведки;
- понимание роли и места геофизических методов в технологической цепи: поиски и разведка – подсчет запасов – разработка месторождений нефти и газа и её контроль в нефтяной и газовой промышленности;
- знание основных способов изучения разрезов нефтяных и газовых скважин, комплексной интерпретации данных сейсморазведки и ГИС;

- знание принципов комплексирования геофизических методов; алгоритмов и программ комплексной интерпретации геофизических данных; корреляционно-регрессионный, дисперсионный и факторный анализы при обработке геофизических данных;
- знание тенденций и направлений развития сейсмических методов;
- умение оценивать возможности и ограничения методов сейсморазведки при определении параметров нефтяных и газовых залежей, используемых при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений углеводородного сырья;
- знание способов оценки надежности параметров продуктивных коллекторов, определяемых по данным геофизических методов;
- знание принципов построения цифровых моделей залежей нефти и газа, состава информации используемой при моделировании, способов ее получения и обработки;
- знание физических принципов и методов построения моделей залежей нефти и газа;

Содержание и структура вступительного экзамена

На вступительном экзамене соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформулированные в результате освоения следующих дисциплин «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» и смежных с ними дисциплин в высшем учебном заведении.

Поступающий в аспирантуру должен: знать теоретические основы геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, основные методики и технологии обработки и интерпретации геофизических данных по выбранному направлению собственных исследований; делать обоснованные выводы о геодинамических обстановках формирования изучаемых геологических структур и уметь оценивать параметры физико-геологической модели исследуемой геологической среды; уметь представлять результаты своих исследований в аналоговой, графической формах и в виде компьютерных презентаций.

Рекомендуемая структура экзамена

Устный ответ на три вопроса по программе специальности.

Беседа с экзаменационной комиссией по вопросам, связанным с научным исследованием соискателя.

Разделы геофизики, геофизических методов поисков полезных ископаемых

Раздел 1. Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач

1.1. Сущность геофизических методов и их роль при решении геологических задач. Два уровня геофизики: общая геофизика и разведочная геофизика. Естественные и искусственные поля Земли. Классификация геофизических методов по физическим основам, условиям проведения и задачам применения. Главные методы геофизики: гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка, электро-разведка, радиометрия, геотермия.

1.2. Получение данных, введение поправок и обработка данных. Стадийность геофизических работ. Производство измерений. Введение поправок. Сигнал и помеха. Моделирование. Прямая и обратная задачи моделирования. Типы моделей. Геологическая интерпретация. Обработка данных. Анализ Фурье. Формула гармонического анализа Фурье. Особенности обработки временных сигналов. Гармонический анализ. Цифровая фильтрация. Расчет простого фильтра. Фильтрация на площади. Трансформации геофизических полей.

Раздел 2. Гравиразведка

2.1. Теоретические основы гравиметрии. Силы гравитации как основа формирования Вселенной, Солнечной системы и Земли. Роль гравитации в расслоении Земли на оболочки и образовании Луны. Сила ньютонова притяжения. Центробежная сила. Единицы поля силы тяжести. Расчет массы Земли. Понятие «потенциал силы тяжести». Форма Земли. Производные потенциала силы тяжести. Поправка за высоту наблюдений. Поправка за промежуточный слой. Поправка за рельеф. Аномалии силы тяжести в редукции Буге. Плотность горных пород и руд. Пористость и влажность.

2.2. Гравиразведочные исследования. Типы гравиметрической аппаратуры. Измерения абсолютных значений и относительные измерения силы тяжести. Принцип действия и основные технические характеристики гравиметров. Учет внешних воздействий на гравиметр. Масштабы и типы гравиметрических съемок. Опорные сети. Интерпретация гравитационных аномалий. Приемы качественной и количественной интерпретации гравитационных аномалий. Эквивалентность моделей по аномальному эффекту. Методы решения обратной задачи гравиметрии. Использование аналитических выражений для аномалий от тел простой формы. Методы особых точек и сингулярных источников. Методы решения прямой задачи гравиметрии. Геологическое истолкование материалов гравиразведки.

Раздел 3. Магниторазведка

3.1. Теоретические основы магнитометрии. Свойства магнитного поля. Магнитное поле Земли. Напряженность и индукция магнитного поля. Единицы магнитного поля. Магнитный потенциал и его производные. Составляющие магнитного поля. Магнитные свойства пород. Диамагнетики, парамагнетики и

ферромагнетики. Точка Кюри. Механизмы намагничивания горных пород. Магнитные свойства минералов и пород.

3.2. Магниторазведочные исследования. Измерения магнитного поля. Принцип действия и основные технические характеристики протонных магнитометров. Масштабы и виды съемок. Обработка и представление материалов съемок. Качественная интерпретация данных магнитных съемок. Прямые и обратные задачи магниторазведки. Использование аналитических выражений для аномалий от тел простой формы. Методы особых точек и сингулярных источников. Алгоритмы трехмерного моделирования аномальных магнитных источников. Геологическое истолкование материалов магниторазведки.

Раздел 4. Сейсморазведка

4.1. Физико-геологические основы сейсморазведки. Классификация методов сейсморазведки. Упругие модули. Продольные, поперечные, поверхностные волны. Частота, скорость и длина волны. Основные положения геометрической сейсмологии. Принципы Гюйгенса и Ферма. Принципы суперпозиции и взаимности. Преломление, отражение и рефракция волн. Волны, используемые в сейсморазведке. Способы возбуждения сейсмических волн. Измерения сейсмических волн. Сейсмографы и геофоны. Сейсмическая томография.

4.2. Метод отраженных волн (МОВ). Прямая задача сейсморазведки. Годографы волн. Сейсмограммы. Кинематические и динамические характеристики сейсмических полей. Методика проведения сейсморазведки МОВ. Метод общей глубинной точки (МОВ-ОГТ, МОГТ). Способы построения сейсмического разреза по данным МОВ. Построение временных разрезов. Применение сейсморазведки МОВ, МОВ-ОГТ в поисках, разведке и эксплуатации месторождений углеводородов. Особенности трехмерной сейсморазведки. Использование МОВ-ОГТ для мониторинга извлечения углеводородов. Сейсморазведка МОВ, МОВ-ОГТ в исследованиях глубинного строения земной коры.

4.3. Метод преломленных волн (МПВ). Сущность метода прослеживания преломленных волн. Формирование отраженных и преломленных волн на границе двух сред. Годографы отраженных и преломленных волн. Системы наблюдений МПВ. Технологии обработки сейсмических материалов МОВ. Способы определения скоростных характеристик и построение преломляющих границ разреза. Определение скорости по встречным годографам. Применение метода преломленных волн. Методика глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ). Модель радиальной расслоенности земной коры по данным ГСЗ. Сейсмическая томография в исследованиях глубинных оболочек Земли.

Раздел 5. Ядерные методы

Естественные и искусственные источники радиоактивности, взаимодействие радиоактивных излучений с веществом. Способы регистрации радиоактивных излучений. Радиометрическая съемка. Основные типы радиоактивного излучения. Количество, концентрация, доза, мощность дозы, энергия гамма-излучения. Гамма-метод. Полевые радиометры. Гамма-спектрометр. Методика проведения наземной гамма-съемки. Особенности аэросъемки. Гамма-методы при поисках урановых месторождений и в задачах геологического картирова-

ния. Эманационная (радоновая) съемка. Ядерно-геофизические методы. Нейтронные методы. Гамма-гамма методы.

Раздел 6. Геотермические методы

Источники внутренней тепловой энергии Земли. Базовые идеи геотермии. Кондуктивный, конвективный и электромагнитный перенос тепла. Конвекция и кондукция внутри Земли. Тепловой поток и температура. Теплопроводность. Континентальная литосфера и радиоактивность. Теплогенерация. Температуры солидуса и ликвидуса. Магматический очаг. Геотермальная энергия, геотермальные ресурсы: натуральный пар; горячая вода; горячие сухие породы. Тепловое излучение. Радиотепловые и инфракрасные съемки.

Раздел 7. Электроразведочные методы

Классификация электроразведочных методов.

7.1. Методы сопротивлений. Теоретические основы метода. Удельное электрическое сопротивление пород, руд и минералов. Отличия в проводимости пород и металлов. Характер прохождения электрического тока в геологической среде. Вертикальное электрическое зондирование. Расстановка Винера. Кривые двухслойных, трехслойных и многослойных сред. Ограничения в использовании ВЭЗ. Другие расстановки (Шлюмберже, дипольная, градиентная и др.) и сферы их применения. Метод заряда. Электротомография.

7.2. Методы изучения полей физико-химического происхождения. Метод вызванной поляризации (ВП). Физико-геологические основы метода ВП. Мембранная поляризация. Методика и аппаратурная база съемок ВП. Поляризуемость. Интерпретация данных ВП. Метод естественного поля (ЕП). Физико-геологические основы метода ЕП. Методика и аппаратурная база съемок ЕП. Интерпретация данных ЕП.

7.3. Электромагнитные методы. Разновидности электромагнитных методов. Магнитотеллурические методы. Базовые положения магнитотеллурического метода. Происхождение магнитотеллурических полей. Выполнение магнитотеллурических съемок. Электрические и магнитные составляющие напряженности магнитотеллурического поля. Интерпретация данных магнитотеллурических съемок. Информативность метода в исследованиях глубинного строения земной коры, при поисках и разведке объектов рудного и углеводородного сырья. Георадиолокационные съемки. Теоретические основы метода. Скорость электромагнитных волн в различных геологических средах и их диэлектрическая проницаемость. Аппаратура и методика выполнения георадарной съемки. Интерпретация данных георадиолокационных съемок. Сферы использования

Раздел 8. Геофизические исследования скважин

Назначение и главные сферы применения скважинных геофизических методов. Бурение и его влияние на породы. Классификация геофизических методов изучения скважин. Аппаратура и оборудование для комплексных геофизических исследований скважин. Методика и техника каротажных работ. Наиболее широко используемые методы каротажа: 1-измерения углов наклона пласта, наклона ствола и диаметра скважины; 2- ЕП; 3-сопротивлений; 4-

радиометрический; 5- радиометрический с радиоактивными источниками (гамма-гамма-, нейтронный каротаж); 6-сейсмический; 7-температурный; 8-магнитный, 9- гравитационный. Интерпретация каротажных диаграмм. Способы истолкования результатов комплексного каротажа. Условия и область применения каротажа. Особенности каротажа скважин в нефтяной промышленности.

Раздел 9. Комплексирование геофизических методов при решении различных геологических задач

Необходимость применения комплекса геофизических методов и цели комплексирования. Комплекс геофизических методов на разных стадиях геологоразведочных работ. Комплекс геофизических методов в исследованиях глубинного строения земной коры и верхней мантии. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке месторождений нефти и газа. Комплексирование геофизических методов при поисках и разведке рудных и нерудных полезных ископаемых.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы магнитотеллурики. М.: Научный мир, 2009. 680 с.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка: учебник: в 2 т. Т.1. Основы теории метода, сбор и регистрация данных. Екатеринбург: изд-во УГГУ, 2010. – 402с.
3. Геофизика: учебник / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), Геологический факультет; под ред. В. К. Хмелевского. 2-е изд. М. КДУ, 2009.
4. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1984.
5. Принципы метода гравиметрии. А.А.Кауфман., Р.Хансен. Тверь. АИС,,2011.376 с.
6. Светов Б.С. Основы геоэлектрики М.:ЛКИ 2008. 658 с.
7. Серкерев С.А. Гравиразведка и магниторазведка. Основные понятия, термины, определения, 2006.
8. Якубовский И.И., Ренард И.В. Электроразведка. М.: Недра, 1991.

Дополнительная литература

1. Вычислительная математика и техника в геофизике. М.: Недра, 1990.
2. Гравиразведка. М.: Недра, 1990.
3. Добрынина А.А., Чечельницкий В.В., Саньков В.А. Добротность литосферы и очаговые параметры землетрясений Прибайкалья. Германия: LAP Lambert Academic Publishing, Германия, 2014. 193 с.
4. Магниторазведка. М.: Недра, 1990.
5. Молчанов А.А., Лукьянов Э.Е., Рапин В.А. Геофизические исследования горизонтальных нефтегазовых скважин: учебное пособие. - С.Пб: МАНЭБ, 2001, 298 с.
6. Сейсморазведка. М.: Недра, 1990.

7. Скважинная геофизика. М.: Недра, 1990.
8. Телегин А.Н. Сейсморазведка методом преломленных волн.- СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. - 187 с.
9. Турутанов Е.Х. Гравиметрия и геодезия: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. 310 с.<http://library.istu.edu/opac>.
10. Турутанов Е.Х. Комплексирование геофизических методов. Основные понятия и определения: учебное пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2013. 77 с.
<http://library.istu.edu/opac>.
11. Турутанов Е.Х. Гравиразведка. Теоретические основы: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014. 138 с.
12. Электроразведка. М.: Недра, 1989.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Библиотеки

Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Российская национальная библиотека	www.nlr.ru
Библиотека Академии наук	www.rasl.ru
Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино	http://www.libfl.ru
Библиотека по естественным наукам РАН	www.benran.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www.viniti.ru
Государственная публичная научно-техническая библиотека	www.gpntb.ru
Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета	www.geology.pu.ru/library/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	elibrary.ru

Специальные интернет-сайты

Все о геологии	www.geo.web.ru
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	window.edu.ru
Earth-Pages	www.Earth-Pages.com
База нормативной документации	www.complexdoc.ru
Электронный журнал «Геодинамика и Тектонофизика» выпускается Институтом земной коры	http://gt.crust.irk.ru/jour/index

Зав. аспирантурой,
к.г.-м.н.

И.А. Потехина