РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИНГГ СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИНГГ СО РАН
Академик РАН

_____ М.И. Эпов

“ “ _____ 2014 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика Земли и геодинамика

Направление подготовки: 05.06.01 – Науки о Земле

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации

Направленность подготовки: Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Новосибирск 2014

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования «Подготовка кадров высшей квалификации». Направление подготовки 05.06.01 Науки о Земле, утвержденный Министерством образования и науки от 30.07.2014 № 870.
2. Паспорт научной специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры специальностей научных работников, утверждённой приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59.
3. Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», утверждённая приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».

Составитель рабочей программы:

Главный научный сотрудник, д.г.-м.н.

В.Д. Суворов

Ответственный за направленность
подготовки:

зам. директора по научной работе
д.т.н.

И.Н. Ельцов

ПРИНЯТО

Учёным советом ИНГГ СО РАН

Протокол № 11 от 02.09.2014

Учёный секретарь, к.г.-м.н. А.М. Санчаа

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель курса – углубленное изучение геофизических методов, использующихся для исследования строения Земли, состояния горных пород в ее недрах, методов геомеханики в приложении к геодинамике и способов интерпретации геофизических данных на основе современного программного обеспечения.

Задачи курса - дать базовые понятия о возможностях комплекса геофизических методов при изучении глубинной структуры Земли, ее вещественного состава, и состояния горных пород в зависимости от температуры и давления, геодинамических моделях и процессах, происходящих в литосфере, астеносфере и мантии.

2. Место дисциплины в структуре программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 05.06.01 Науки о земле

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы аспирантуры по направленности подготовки «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых». Преподается на втором курсе.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

- базовые знания по применению комплекса методов глубинной геофизики;
- базовые навыки по использованию методов геомеханики в приложениях к решению геодинамических задач;
- базовые навыки комплексной интерпретации геофизических, геомеханических и геодинамических данных.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Универсальные компетенции:

УК -1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
УК - 3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
Общепрофессиональные компетенции: ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

Профессиональные компетенции:

ПК-15	способен использовать профильно-специализированные знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научных и практических задач (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-17	способен использовать профильно-специализированные информационные технологии для решения геологических, геофизических, геохимических,

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Физические основы методов глубинной геофизики.
- Методики и способы комплексной интерпретации геофизических, геомеханических, петрологических и геодинамических данных.

Уметь:

- Проводить стандартную обработку сейсмических, гравимагнитных данных.
- Проводить комплексную интерпретацию геофизических данных.
- Использовать современные программные средства ГИС технологий при обработке и интерпретации данных.
- Оформлять результаты своей исследовательской деятельности в форме научного отчета.

Владеть:

- Навыками работы в пакете обработки и интерпретации региональных сейсмических данных в пакете SeisWide.
- Навыками работы в пакете обработки гравитационных и магнитных данных ADG-3D и ADM-3D (Автор: Кочнев В.А.).
- Навыками работы в пакете ArcView.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Вид учебной работы	Объём часов / зачетных единиц
Всего	108/3
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	72/2
в том числе:	-
лекции	36/1
семинары	
практические занятия	36/1
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	36/1
Вид контроля по дисциплине:	
Курсовая работа	
Итоговая контрольная работа	

5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ.	Лаб.	Семина	Сам. раб.	Всего
1.	Введение в методы региональной геофизики	4				2	6
2.	Физические основы сейсмологии и методы изучения строения Земли	4				2	6
3.	Методы решения обратных кинематических задач сейсмологии на отраженных и преломленно-рефрагированных волн, синтетические сейсмограммы	4	2			2	8
4.	Принципы сейсмической томографии и результаты ее применения при изучении глубоких недр Земли	4	6			2	12
5.	Методы применения гравиметрии при изучении строения земной коры и верхней мантии.	4	2			2	8
6.	Методы применения магнитометрии при изучении строения земной коры и внешнего ядра.	4	2			2	8
7.	Роль геофизических данных при оценке температуры и вещественного состава земной коры и мантии Земли.	4	6			2	12
8.	Способы и результаты изучения корреляции скорость-плотность по измерениям на образцах горных пород и в естественных условиях. Петрофизическая интерпретация сейсмических и гравитационных данных	4	6			2	12
9.	Использование геофизических и геологических данных при геомеханической и геодинамической интерпретации	4	6			2	12
10.	Курсовая работа и написание научного отчета		6			18	24

6. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение в методы региональной геофизики	Задачи и методы региональной сейсмологии, гравиметрии и магнитометрии. Системы наблюдений в активной и пассивной сейсмологии. Эталонные модели земной коры, литосферы и астеносферы. Способы их построения и проблемы интерпретации.
2	Физические основы сейсмологии и методы	Лучевой метод распространения сейсмических волн. Корреляция волн, построение системы годографов.

	изучения строения Земли (объемные и поверхностные волны)	Определение скоростей распространения волн, понятия о неоднородности, анизотропии, ангармоничности и добротности среды, способы их определения. Дисперсионные кривые для верхней мантии Сибири и фазовые скорости поперечных волн.
3	Методы решения прямых и обратных кинематических задач сейсмоки на отраженных и преломленно-рефрагированных волн, синтетические сейсмограммы	Метод прямого лучевого моделирования распространения волн в двумерно-неоднородных средах и его применение при решении обратных задач. Метод инверсии сейсмических данных на примере программы SeisWide.
4	Принципы сейсмической томографии и результаты ее применения при изучении глубоких недр Земли	Теоретические основы методов сейсмотомографии и инверсии. Условия и ограничения их применения. Томографические и инверсионные методы решения обратных задач при изучении строения земной коры и верхов мантии.
5	Методы применения гравиметрии при изучении строения земной коры и верхней мантии.	Основы методов инверсии данных потенциальных полей. Изостатические плотностные модели коры и верхней мантии. Методы построения двух- и трехмерных плотностных разрезов. Прямая геологическая редукция. Сейсмоплотностное моделирование. Спутниковые измерения гравитационного поля.
6	Методы применения магнитометрии при изучении строения земной коры и внешнего ядра Земли.	Магнитное поле Земли, его модель и природа. Методы инверсии данных. Результаты использования спутниковых измерений магнитного поля. Основы палеомагнетизма.
7	Роль геофизических данных при оценке температуры и вещественного состава земной коры и мантии Земли.	Одномерные модели и глобальные геотермы в земной коре и мантии. Методы оценки вертикальных и латеральных вариаций температуры и вещественного состава в земной коре и мантии по сейсмическим и гравитационным данным.
8	Корреляции скорость-плотность по измерениям на образцах горных пород и в естественных условиях. Петрофизическая интерпретация сейсмических и гравитационных данных	Способы, результаты изучения корреляции скорость-плотность для кристаллических горных пород и их использование при интерпретации. Комплексный параметр петрофизической (химической) неоднородности при оценке вещественного состава и аномалий его изменения в земной коре и мантии. Природа сейсмических границ в литосфере и мантии.
9	Геодинамическая и геомеханическая интерпретация геофизических и геологических данных	Реологические параметры Земли: прочность, вязкость, коэффициент внутреннего трения, дилатансия, крееп. Критерии разрушения. Геомеханическое моделирование напряженно-деформированного состояния литосферы и астеносферы. Геофизические модели мантии в районах современных и палео - рифтов и плюмов. Геодинамические модели субдукционных и коллизионных структур, достижения и проблемы.

10	Написание научных отчетов	Практические занятия. Основные правила проведения научных исследований, написания и оформления отчетов.
----	---------------------------	---

7. Самостоятельная работа аспирантов

Используются виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, на рабочих местах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется курсовым проектом, контрольной работой. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Вопросы к контрольной работе

1. Геоид, способы измерения и изучения, уравнение геоида.
2. Методы изучения распределения плотности в Земле. Модель Адамса-Вильямсона и ее ограничения.
3. Принцип изостазии. Плотностная модель земной коры Эйри-Хейсканена.
4. Геомагнетизм. Главное геомагнитное поле.
4. Обоснования интерпретации палеомагнитных данных. Палеомагнитные полюса, определение их положения и кажущаяся миграция полюсов. Дрейф континентов.
5. Уравнение теплопроводности и проблемы его решения для условий Земли. Одномерные модели и глобальные геотермы в земной коре и мантии.
6. Модели состава земной коры, мантии и ядра.
7. Понятие о напряжениях и деформациях. Связь напряжений и деформаций в идеальном твердом теле (закон Гука). Типы однородных деформаций (простое сжатие, всестороннее равномерное сжатие простой и чистый сдвиги), их аналоги в геологических средах.
8. Механические свойства пород и методы их изучения.
9. Упругость и изгиб литосферы. Определяющие параметры.
10. Лучевой метод распространения сейсмических волн. Поверхностные волны.
11. Теоретические основы методов сейсмотомографии и инверсии. Условия и ограничения их применения.
12. Сейсмоплотностное моделирование. Спутниковые измерения гравитационного поля.
13. Методы инверсии магнитных данных. Использование спутниковых измерений магнитного поля.
14. Геофизические модели мантии в районах современных и палео - рифтов и плюмов. Геодинамические модели субдукционных и коллизионных структур, достижения и проблемы.

8.2. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Годографы отраженных и рефрагированных продольных и поперечных волн в одномерных моделях верхней мантии. Основные характеристики волновой картины синтетических и реальных сейсмограмм для верхней мантии Сибири.
2. Корреляция волн, построение системы годографов КМПВ и составление двумерной стартовой скоростной модели в системе SeisWide по экспериментальным данным.

3. Комплексная интерпретация экспериментальных сейсмических и гравитационных данных в двух и трехмерном вариантах при использовании программы инверсии ADG-3D.
4. Обзор строения литосферы Сибири по данным геофизических методов.
5. Геодинамические модели формирования Западно-Сибирской плиты, сибирских траппов, кимберлитов и их глубинные геофизические признаки.

8.3. Основная и дополнительная литература

а) основная литература

1. Н.Л. Добрецов. Основы тектоники и геодинамики. Уч. пособие / Новосиб. Гос. Ун- т. Новосибирск, 2011. 492 с.
2. J. P. Poirier. Introduction to the physics of the Earth's interior. Second edition. Cambridge University Press (Virtual Publishing) 2003. p. 312.
3. Don L. Anderson, The new theory of the Earth. Cambridge University Press, New York. 2007. P. 388.
4. G. Schubert (Editor-in-chief). Treatise on Geophysics: 10-Volume set. 2007. P. 6054.

б) дополнительная литература

1. Д. Браун, А. Массет. Недоступная Земля. М.: Мир, 1984.
2. К.Е. Буллен. Плотность Земли. М.: Мир, 1978.
3. В.Н. Жарков, В.П. Трубицын. Физика планетных недр. М.: Наука, 1980.
4. В.А. Магницкий. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Недра, 1965.
5. Ф. Стейси. Физика Земли. М.: Мир, 1972.
6. Д. Теркот, Дж. Шуберт. Геодинамика. В 2-х частях. М.: Мир. 1985.
7. Е.А. Любимова. Термика Земли и Луны. М., 1968.

в) программное обеспечение

SeisWide, (2-D First Arrival Seismic forward modeling programs), программы инверсии гравитационных ADG-3D, и магнитных ADM-3D данных.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- аудиторный фонд ИНГГ СО РАН;
- ноутбук, мультимедиа-проектор, экран;
- рабочее место с выходом в Интернет;
- библиотечный фонд ИНГГ СО РАН.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

В процессе изучения дисциплины устанавливаются формы контроля: текущий контроль в течение семестра и аттестация в конце курса.

Текущий контроль включает выполнение контрольных работ, включающих авторские формы проверки знаний аспирантов (тестирование, коллоквиумы, сдача самостоятельных и практических заданий), и написание курсовой работы. Контрольная работа проводится после завершения лекционной части и проводится в форме письменных ответов на вопросы по пройденной части курса.

Курсовая работа должна быть сдана после окончания практических занятий. По результатам работы необходимо написать отчет и защитить курсовую работу. Типовые проекты будут рассмотрены в рамках практических занятий. Для самостоятельной

подготовки будет обеспечен удаленный доступ к исходным практическим материалам и программ интерпретации. Для закрепления навыков после проведения практических занятий студентам выдаются упражнения на использование изученных программ.

Формат окончательной аттестации будет частично повторять текущий контроль, включающий письменную часть - ответы на вопросы по теоретической части, защиту курсовых работ. Для допуска к окончательной аттестации необходимо сдать курсовую работу в письменной форме. Результаты промежуточных контрольных работ учитываются.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

ЗА _____/_____ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу курса «Физика земли и геодинамика» образовательной программы по направленности подготовки «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых вносятся следующие дополнения и изменения»: