

# **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**

### **Системы интерпретации геофизических данных**

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.

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 программы:

Зав. лаб., к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

А.А. Дучков

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 освоения дисциплины

Цель курса – дать обзор методов анализа и интерпретации данных в разных методах геофизических исследований, отметить специфические подходы для каждого метода и показать стандартные программные пакеты, применяемые для интерпретации.

Задачи курса - дать базовые знания о современных вычислительных платформах и навыки работы со специализированными системами интерпретации геофизических данных.

### 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 навыки программирования,
- базовые математические знания (математический анализ, линейная алгебра),
- базовые знания по теории сейсморазведки.

### 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:<br>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, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических задач (в соответствии с профилем подготовки)                                            |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Основные виды и особенности архитектуры современных систем высокопроизводительных вычислений.
- Функциональность стандартных вычислительных библиотек.

**Уметь:**

- Проводить стандартную обработку и интерпретацию геофизических данных, включая сейсмические, электромагнитные и гравиметрические методы.
- Проводить обработку данных пассивного сейсмического мониторинга.
- Оформлять результаты своей исследовательской деятельности в форме научного отчета.
- Использовать пакеты Mathematica, Matlab и Python в своей научно-исследовательской работе.

**Владеть:**

- Навыками работы в пакете обработки данных вертикального сейсмического профилирования VSPlab.
- Навыками работы в пакете обработки электромагнитных данных EMF Pro.
- Навыками работы в пакете интерпретации геофизических данных Petrel.
- Навыками работы в пакете обработки сейсмических данных Madagascar.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| <b>Вид учебной работы</b>                                                                 | <b>Объём часов /<br/>зачетных единиц</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Всего</b>                                                                              | <b>108/3</b>                             |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>                                   | <b>36/1</b>                              |
| в том числе:                                                                              | <b>36/1</b>                              |
| лекции                                                                                    | 20                                       |
| семинары                                                                                  |                                          |
| практические занятия                                                                      | 16                                       |
| <b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>                                           | <b>72/2</b>                              |
| <b>Вид контроля по дисциплине:</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Курсовая работа</b> |                                          |

## 5. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                                           | Лекц. | Практ. зан. | Лаб. зан. | Семина | СРА | Всего |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|-----------|--------|-----|-------|
| 1.    | Характеристики современных вычислительных платформ и средств                              | 2     |             |           |        |     | 2     |
| 2.    | Универсальные пакеты для проведения научных исследований                                  | 2     | 2           |           |        | 2   | 6     |
| 3.    | Метод высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ) | 2     |             |           |        | 2   | 4     |
| 4.    | Обработка электромагнитных зондирований в программе EMF Pro.                              | 2     | 2           |           |        | 2   | 6     |
| 5.    | Сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ-ОГТ)                                          | 2     |             |           |        | 2   | 4     |
| 6.    | Обработка сейсмических данных в пакете Madagascar                                         | 2     | 4           |           |        | 2   | 8     |
| 7.    | Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).                                           | 2     |             |           |        |     | 2     |
| 8.    | Обработка сейсмических данных в пакете VSPLab                                             | 2     | 2           |           |        | 2   | 6     |
| 9.    | Сейсмическая интерпретации трехмерных данных                                              | 2     |             |           |        | 2   | 4     |
| 10.   | Интерпретация сейсмических данных в пакете Petrel                                         | 2     | 6           |           |        | 2   | 10    |
| 11.   | Курсовая работа и написание научного отчета                                               |       |             |           |        | 20  | 20    |

## 6. Содержание дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                                           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Характеристики современных вычислительных платформ и средств                              | Лекции.<br>Иерархия вычислительных средств: многоядерные и многопроцессорные архитектуры, языки программирования, библиотеки, системы высокоуровневого программирования, специализированные пакеты.                                      |
| 2     | Универсальные пакеты для проведения научных исследований                                  | Практические занятия. Среды для проведения научных исследований, которые характеризуются развитым графическим интерфейсом и наличием высокоуровневого языка программирования. Краткое знакомство с пакетами Mathematica, Matlab, Python. |
| 3     | Метод высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ) | Лекции. Основные принципы метода ВИКИЗ. Обработка данных ВИКИЗ. Анализ кажущихся сопротивлений ВИКИЗ. Подбор одномерной модели МФС ВИКИЗ. Построение согласованной 1D модели EMF Pro. 2D и 3D моделирование сигнала в сложных средах.    |
| 4     | Обработка                                                                                 | Практические занятия. Функциональность МФС ВИКИЗ.                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | электромагнитных зондирований в программе EMF Pro. | Подбор диэлектрической проницаемости по данным ВИКИЗ. Количественная 1D интерпретация БКЗ. Комплексная количественная 1D интерпретация ВИКИЗ + БКЗ. Количественная 1D интерпретация данных СКЛ. Привычный пользовательский интерфейс на основе макетов. Модульная архитектура.                                                                                                  |
| 5  | Сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ-ОГТ)   | Лекции. Системы наблюдений в методе отраженных волн (МОВ-ОГТ). Методы построения отражающих границ. Граф обработки данных МОВ-ОГТ. Процедуры обработки: фильтрация, коррекция, бинирование, ввод статических, скоростной анализ, построение суммарного разреза.                                                                                                                 |
| 6  | Обработка сейсмических данных в пакете Madagascar  | Практические занятия. Структура и основные принципы работы в пакете Madagascar: установка, rsf формат, написание скриптов с использованием Scons. Использование NumPy при работе в пакете Madagascar. Процедуры обработки сейсмических данных, реализованные в пакете Madagascar. Реализация стандартного графа обработки.                                                      |
| 7  | Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).    | Лекции. Системы наблюдений в методе ВСП. Граф обработки данных ВСП. Этапы предварительной обработки, регулировки амплитуд и фильтрации. Методы разделения волн и подавления помех, построение трассы коридорного суммирования. Изучение анизотропии по расщеплению поперечных волн.                                                                                             |
| 8  | Обработка сейсмических данных в пакете VSPLab      | Практические занятия. Обработка данных вертикального сейсмического профилирования в системе VSPLab: выделение первых вступлений, построение скоростного разреза, разделение прямых и отраженных волн, деконволюция по форме падающей волны, выделение расщепления поперечных волн, оценка анизотропных параметров.                                                              |
| 9  | Сейсмическая интерпретации трехмерных данных       | Импорт данных в Petrel и графический интерфейс. Основные методы и алгоритмы автоматической интерпретации. Анализ невязок и коррекция профилей по амплитуде, фазовая коррекция и введения вертикальных поправок. Сочетание интерпретации с моделированием.                                                                                                                       |
| 10 | Интерпретация сейсмических данных в пакете Petrel  | Лекции. Практические занятия. Импорт данных в Petrel и графический интерфейс, выбор профилей на базовой карте. Визуализация в окне 2D и 3D. Автоматическая корреляция горизонтов, анализ невязок, введение вертикальных поправок. Выделение небольшой области сейсмических данных, ее перемещение и сравнение с другими частями сейсмического разреза для уточнения корреляции. |
| 11 | Написание научных отчетов                          | Практические занятия. Основные правила написания и оформления отчетов. Основные правила проведения научных исследований, облегчающие создание 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.

В конце лекций будет даваться литература для самостоятельного изучения по теме лекции. Аспирантам будет предоставляться доступ к компьютерам со специализированным программным обеспечением для самостоятельной работы.

## **8. Оценочные средства для контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Примерные вопросы к контрольной работе**

1. Основные архитектуры вычислительных систем.
2. Примеры специализированных библиотек для научных вычислений.
3. Краткая характеристика пакетов для проведения научных исследований (Mathematica, Matlab, Python).
4. Цели и задачи геофизических исследований скважин.
5. Метод высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ).
6. Методы анализа данных ВИКИЗ.
7. Структура и основные инструменты пакета EMF Pro.
8. Комплексная интерпретация каротажных данных в программе EMF Pro.
9. Сейсмические методы исследования Земли. Цели и задачи разных методов.
10. Граф обработки данных метода отраженных волн (МОВ-ОГТ).
11. Структура и основные инструменты пакета Madagascar.
12. Основные процедуры обработки сейсмических данных, реализованные в пакете Madagascar.
13. Системы наблюдений в методе вертикального сейсмического профилирования (ВСП).
14. Основной граф обработки данных ВСП.
15. Структура и основные инструменты пакета VSPlab.
16. Основные процедуры обработки данных ВСП, реализованные в пакете VSPlab.
17. Изучение анизотропии по расщеплению поперечных волн в пакете VSPlab.
18. Методы интерпретации геофизических данных.
19. Структура и основные инструменты пакета Petrel.
20. Основные методы и алгоритмы автоматической интерпретации в Petrel.

## 8.2. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Обработка данных вертикального сейсмического профилирования в системе VSPLab: выделение первых вступлений, построение скоростного разреза, разделение прямых и отраженных волн, выделение расщепления поперечных волн, оценка анизотропных параметров. Написание письменного отчета.
2. Обработка данных сейсморазведочных работ МОВ-ОГТ в пакете Madagascar: сортировка сейсмограмм ОСТ, скоростной анализ, ввод кинематической поправки, построение суммарного разреза. Написание письменного отчета.
3. Обработка данных ВИКИЗ в пакете EMF Pro: подбор диэлектрической проницаемости по данным ВИКИЗ, комплексная количественная 1D интерпретация ВИКИЗ и БКЗ.
4. Интерпретация сейсмических данных в пакете Petrel: автоматическая корреляция горизонтов, анализ невязок, введение вертикальных поправок, анализ сейсмического разреза и уточнение корреляции.

## 8.3. Основная и дополнительная литература

### а) основная литература

1. Жданов М.С., Геофизическая электромагнитная теория и методы // Москва: Научный мир, 2012. - 680 с.
2. Сысоев А.П., Прикладные задачи компенсации неоднородности верхней части разреза при обработке и интерпретации данных сейсмических данных // Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. - 90 с.
3. Хилтерман Ф.Дж., Интерпретация амплитуд в сейсморазведке // Москва: ГЕРС, 2010. - 256 с.

### б) дополнительная литература

1. Yilmaz O. Seismic Data Processing. Vol. 3, SEG, Tulsa 1986. P. 155-241.
2. Воскресенский Ю. Н., Построение сейсмических изображений. М.: РГУ нефти и газа, 2006, 116 с.
3. Эпов М.И., Антонов Ю.Н., Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. Методическое руководство. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, Издательство СО РАН, 2000, 122 с.

### в) программное обеспечение

Petrel, EMF Pro, Python, Madagascar, VSPLab

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы \_\_\_\_\_

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекций:

- аудиторный фонд ИНГГ СО РАН, ноутбук, мультимедиа проектор, экран.

Для практических занятий:

- Компьютеры с программным обеспечением: Petrel, EMF Pro, Python, Madagascar, VSPLab.

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 в себя контрольную работу и написание курсовой работы. Контрольная работа проводится после завершения лекционной части и проводится в форме письменных ответов на вопросы по лекционной части курса. Для эффективной подготовки к контрольной работе в конце каждой лекции слушателям выдаются примеры вопросов по пройденной теме, проводится краткое обсуждение материала, ответы на вопросы.

Курсовая работа должна быть сдана после окончания практических занятий. Для написания работы необходимо: выбрать проект (тип геофизических данных), получить задание и провести интерпретацию данных в одной из изученных систем: Petrel, EMF Pro, Python или Madagascar. По результатам обработки необходимо будет написать и защитить отчет. Типовые проекты будут рассмотрены в рамках практических занятий. Для домашней подготовки студентам будет обеспечен удаленный доступ на сервер с установленными программами. Для закрепления навыков после проведения практических занятий студентам выдаются упражнения на использование изученных программ.

Формат окончательной аттестации будет частично повторять текущий контроль. Вначале будет письменная часть - ответы на вопросы по теории (материалы лекций). Потом письменные работы собираются, и проходит защита курсовых работ.

Для допуска к окончательной аттестации необходимо сдать курсовую работу в письменной форме. Результаты промежуточной контрольной работы могут быть учтены для улучшения окончательной оценки.

#### **ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

ЗА \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу курса «Системы интерпретации геофизических данных» образовательной программы по направленности подготовки «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» вносятся следующие дополнения и изменения»: