

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

Методы геофизических исследований скважин

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».

Составители рабочей программы:

Зав. лаб., доцент, к.ф.-м.н.

В.Н. Глинских

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 физических основ методов, широко используемых для исследования скважин, бурящихся на нефть и газ, а также методов и способов интерпретации данных ГИС и современного программного обеспечения.

Задачи курса - дать базовые понятия о геологических объектах исследования, вскрытых глубокими скважинами, и спектре физических полей, используемых для изучения горных пород в разрезе скважин, несущих информацию о геологическом разрезе и его петрофизических свойствах.

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 третьем курсе.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

- базовые знания по теории геофизических полей;
- базовые навыки по интерпретации геофизических полей в скважинах.

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, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических задач (в соответствии с профилем подготовки)
-------	---

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Физические основы методов ГИС.
- Методики и способы интерпретации данных ГИС.

Уметь:

- Проводить стандартную обработку и интерпретацию данных ГИС.
- Получать оценки фильтрационно-ёмкостных характеристик коллекторов на основе интерпретации комплекса ГИС.
- Использовать современные программные средства интерпретации ГИС.
- Оформлять результаты своей исследовательской деятельности в форме научного отчета.

Владеть:

- Навыками работы в пакете обработки и интерпретации данных ГИС Geoffice Solver.
- Навыками работы в пакете обработки и интерпретации данных скважинной геоэлектрики МФС ВИКИЗ, EMF Pro.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 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)	36/2
Вид контроля по дисциплине:	
Промежуточная контрольная работа	
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 геофизические исследования скважин	4				2	6
2.	Физические основы электрических методов	4				3	7
3.	Методы низкочастотного индукционного и высокочастотного электромагнитного каротажа	4	2			3	9
4.	Интерпретация данных электрических и электромагнитных зондирований в скважинах	4	6			2	12
5.	Физические основы радиоактивных методов	4	2			3	9
6.	Физические основы акустических методов ГИС, другие методы	4	2			3	9
7.	Методы выделения коллекторов, определения глинистости и литологического состава. Петрофизические зависимости.	4	6			2	12
8.	Методы определения коэффициентов пористости и проницаемости	4	6			2	12
9.	Методы определения характера насыщения и коэффициентов нефтегазонасыщенности	4	6			2	12
10.	Курсовая работа и написание научного отчета		6			50	56

6. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение в геофизические исследования скважин	Задачи ГИС. Классификация методов ГИС. Типичные модели каротажа для пластов-коллекторов. Технологии проведения ГИС. Общие требования к технологиям ГИС. Комплексы ГИС.
2	Физические основы электрических методов	Электрическое сопротивление горных пород. Основные факторы, влияющие на удельное сопротивление горных пород. Физические основы методов электрокаротажа. Кажущееся удельное электрическое сопротивление. Геологические задачи, решаемые методами электрокаротажа. Каротажные зонды. Боковое каротажное зондирование. Формы кривых кажущегося сопротивления при измерениях потенциал-зондами и градиент-зондами. Каротаж сопротивления микрозондами. Боковой каротаж. Метод потенциала собственной поляризации.
3	Методы низкочастотного индукционного и	Законы электромагнетизма. Индукция. Волновые процессы. Индукционный каротаж. Основные допущения.

	высокочастотного электромагнитного каротажа	Токи проводимости и смещения – квазистационарный режим. Скин-эффект и глубинность. Дипольное приближение. Высокочастотные индукционные каротажные изопараметрические зондирования (ВИКИЗ). Измеряемые характеристики электромагнитного поля. Характеристики пространственного разрешения и их обеспечение. Диаграммы каротажа ВИКИЗ в вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважинах.
4	Интерпретация данных электрических и электромагнитных зондирований в скважинах	Базовые геоэлектрические модели, радиальное распределение УЭС в пласте в зависимости от характера насыщения. Прямая и обратная задачи скважинных электрических и электромагнитных зондирований. Практические занятия по количественной интерпретации электромагнитных каротажных зондирований в системах МФС ВИКИЗ и EMF Pro.
5	Физические основы радиоактивных методов	Радиоактивность осадочных горных пород. Взаимодействие гамма-квантов, нейтронов с веществом. Классификация радиоактивных методов. Физические основы методов естественного радиоактивного поля. Каротаж естественной радиоактивности горных пород по гамма-активности. Физические основы методов ГК, ГКС, ГГКП, НК, ИНК и С/О каротажа.
6	Физические основы акустических методов ГИС, другие методы	Физические основы методов акустического каротажа. Распространение упругих волн в скважине. Решаемые геологические задачи. Каротажные зонды. Акустический каротаж по скорости и затуханию. Диаграммы акустического каротажа и их интерпретация. Термометрия. Кавернометрия.
7	Методы выделения коллекторов, определения глинистости и литологического состава. Петрофизические зависимости.	Методы выделения коллекторов по качественным, количественным, прямым и косвенным признакам. Определение глинистости и литологического состава по отдельным методам ГИС и по их комплексу. Петрофизические зависимости «кern-кern», «кern-ГИС». Практические занятия: На основе данных петрофизических исследований керна, определить граничное значение коэффициента пористости, пользуясь полученным значением выделить в разрезе коллектора.
8	Методы определения коэффициентов пористости и проницаемости	Определение коэффициентов пористости по данным АК, НК, ГГКП, ПС, ЭК и по комплексу ГИС. Методы определения коэффициентов проницаемости по керну, по испытаниям пластов, по ГИС и на основе петрофизических зависимостей. Практические занятия: На основе данных петрофизических исследований керна построить зависимости коэффициента пористости от геофизических характеристик, определить наиболее достоверную зависимость и рассчитать по ней значения коэффициента пористости.
9	Методы определения характера насыщения и коэффициентов нефтегазонасыщенности	Определение типа насыщения, коэффициента нефтегазонасыщенности по данным ЭК, других методов ГИС, комплекса ГИС. Практические занятия: На основе данных петрофизических исследований керна построить

		зависимости коэффициента насыщения от удельного электрического сопротивления пласта, пользуясь полученной зависимостью рассчитать коэффициенты насыщения, пользуясь коэффициентами насыщения и критическими водонасыщенностями определить положение зон притока в разрезе, указать глубины водо-нефтяных контактов.
10	Написание научных отчетов	Практические занятия. Основные правила проведения научных исследований. Основные правила 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. Оценочные средства для контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Вопросы к промежуточной контрольной работе

1. Геофизические исследования скважин, методы каротажа. Прямая и обратная задача ГИС, модели геологической среды.
2. Пористость. Виды пористости. Проницаемость. Виды проницаемости. Глинистость. Виды глинистости.
3. Удельное электрическое сопротивление природных вод и горных пород. Модели электропроводности. Параметр пористости. Параметр насыщения. Отношение Арчи.
4. Метод потенциалов собственной поляризации скважин. Физико-химические процессы, приводящие к возникновению естественных электрических потенциалов.
5. Каротаж сопротивления: теоретические основы и типы зондов. Метод бокового каротажного (электрического) зондирования. Метод бокового каротажного зондирования. Кажущееся удельное электрическое сопротивление.
6. Индукционный каротаж. Принцип измерений ИК. Основные области применения. Диапазоны частот.
7. Основы метода ВИКИЗ. Изопараметричность. Измеряемые параметры. Модели, используемые для интерпретации данных ВИКИЗ.
8. Радиоактивность. Основные виды радиоактивных превращений. Закон радиоактивного распада. Методы радиометрии. Меры взаимодействия частиц.
9. Гамма-кванты. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Плотностной и селективный гамма-гамма каротаж: основы и решаемые задачи. Источники гамма-квантов.
10. Классификация нейтронов. Основные характеристики. Взаимодействие нейтронов с веществом. Источники нейтронов.
11. Нейтрон-нейтронный каротаж (ННК) по тепловым и надтепловым нейтронам. Нейтронный гамма-каротаж (НГК). Решаемые задачи. Отличие ННК от НГК.

12. Акустические методы исследования скважин. Регистрируемые характеристики акустического поля. Параметры, определяющие скорости упругих волн. Характеристики сейсмических волн.
13. Петрофизические зависимости «кern-кern», «кern-ГИС», математические методы построения зависимостей.
14. Определение коэффициентов пористости по данным АК, НК, ГГКП, ПС, ЭК и по комплексу ГИС.
15. Определение глинистости и литологического состава по отдельным методам ГИС и по их комплексу.
16. Методы определения коэффициентов проницаемости по керну, по испытаниям пластов, по ГИС и на основе петрофизических зависимостей.
17. Определение типа насыщения, коэффициента нефтегазонасыщенности по данным ЭК, других методов ГИС, комплекса ГИС.

8.2. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. Интерпретационные геоэлектрические модели пласта-коллектора на основе фильтрационной модели, особенности проникновения в субгоризонтальных скважинах.
2. Анализ диаграмм электрокаротажа в геоэлектрических моделях типичных флюидонасыщенных пластов-коллекторов на основе математического моделирования.
3. Комплексная интерпретация данных гальванических и индукционных каротажных зондирований при изучении нефтегазовых скважин с использованием EMF Pro.
4. Модели зондовых устройств, системы «возбуждения наблюдения» и их характеристики для электрокаротажа нефтегазовых скважин, в том числе в процессе бурения.
5. Петрофизические зависимости «кern-кern» и «кern-ГИС» для интерпретации данных ГИС при подсчете запасов нефти и газа.
6. Определение коэффициентов пористости, проницаемости и нефтегазонасыщенности по материалам ГИС с использованием данных лабораторных исследований керна.

8.3. Вопросы к итоговой контрольной работе

1. Геофизические исследования скважин, методы каротажа.
2. Прямая и обратная задача ГИС, модели геологической среды.
3. Метод самопроизвольной поляризации.
4. Метод резистивиметрии.
5. Метод кажущегося сопротивления, боковое каротажное зондирование, боковой каротаж.
6. Индукционный каротаж.
7. Количественная интерпретация данных ВИКИЗ
8. Акустический каротаж.
9. Гамма-каротаж каротаж, гамма-спектрометрия горных пород.
10. Нейтронный каротаж.
11. Плотностной каротаж.
12. Определение коллекторских свойств по данным ГИС.
13. Выделение коллекторов по качественным и количественным признакам.
14. Определение коэффициента пористости по данным АК, НК, ГГКП, ПС, ЭК.
15. Определение коэффициента пористости по комплексу ГИС.
16. Определение глинистости.
17. Определение проницаемости.
18. Определение нефтегазонасыщенности по данным электрометрии.
19. Определение нефтегазонасыщенности по данным ИНК, НК, ГГКП, С/О.

8.4. Основная и дополнительная литература

а) основная литература

1. Добрынин В.М. Геофизические исследования скважин. – М.: Изд. «Нефть и газ», 2004. – 397 с.
2. Жданов М.С., Геофизическая электромагнитная теория и методы // Москва: Научный мир, 2012. - 680 с.
3. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объёмным методом. Под редакцией В. И. Петерсилье, В. И. Пороскуна, Г. Г. Яценко. – Москва-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003. – 130 с.
4. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ: Методическое руководство / ред. М. И. Эпов, Ю. Н. Антонов. – Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, Издательство СО РАН, 2000. – 122 с.

б) дополнительная литература

1. Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование: Методические рекомендации / Сост.: Ю. Н. Антонов, С. С. Жмаев. – Институт геологии и геофизики СО АН СССР, Новосибирск, 1979. – 104 с.
2. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1972. – 365 с.
3. Дахнов В.Н. Электрические и магнитные методы исследования скважин. – М.: Недра, 1981. – 344 с.
4. Дебранд Р. Теория и интерпретация геофизических методов исследования скважин. – М.: Недра, 1972. – 289 с.
5. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов С.Г. Общий курс геофизических исследований скважин. – М.: недра, 1977. – 381 с.
6. Итенберг С.С., Шнурман Г.А. Интерпретация результатов каротажа сложных коллекторов. – М., Недра, 1984. – 256 с.
7. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. – М.: Недра, 1987. – 376 с.
8. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ. Учеб.для вузов. – М., Недра, 1998. – 440 с.
9. Кудряшов Б.Б., Чистяков В.К., Литвиненко В.С. Бурение скважин в условиях изменения агрегатного состояния горных пород. Л. Недра, 1991.
10. Померанц Л.И. и др. Геофизические методы исследования нефтяных и газовых скважин. Учебник для техникумов. – М., Недра, 1981. – 376 с.
11. Сильвен Дж. Пирсон. Учение о нефтяном пласте. Перевод с англ. – М., 1961. – 570 с.

в) программное обеспечение

МФС ВИКИЗ, EMF Pro, Geooffice Solver

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 «Методы геофизических исследований скважин» образовательной программы по направленности подготовки «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых вносятся следующие дополнения и изменения»: