

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Электроразведочные методы поисков и разведки месторождений углеводородов Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Современные геофизические технологии поисков и разведки месторождений углеводородов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Каримов К.М.

**Рецензент(ы):**

Червиков Б.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 3117

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Каримов К.М. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий, KMKarimov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с теоретическими основами теории поля, научить решению прямых и обратных задач в области переменного низкочастотного и высокочастотного электромагнитного поля, освоить способы обработки и интерпретации наземных и дистанционных методов электромагнитного зондирования Земли, приобрести навыки комплексирования электроразведки при поисках и разведке месторождений углеводородов в различных геолого-тектонических условиях.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.04.01 Геология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина "Электроразведочные методы поисков и разведки месторождений углеводородов" является завершающим курсом подготовки специалистов высокой квалификации в области разведочной геофизики и основывается на глубоком знании общеобразовательных разделов математики, физики и программирования, курсов профессионального цикла "Геология", "Тектоника и геодинамика", "Физика Земли" "Электроразведка", "Гравиразведка", "Магниторазведка", "Сейсморазведка" и "Геофизические исследования скважин".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач
ПК-8 (профессиональные компетенции)	готовностью к проектированию комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ при решении профессиональных задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Теоретические и методические основы методов электроразведки, входящих в программу курса

2. должен уметь:

применять электроразведочные методы, относящиеся ко всем разделам курса, при решении профессиональных задач

3. должен владеть:

навыками проектирования, поисков и разведки месторождений углеводородов электроразведочными методами в различных геофизических условиях

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные теории и модели (волновая, квазистационарная, и стационарная) электромагнитных полей.	1	1-4	2	0	4	устный опрос
2.	Тема 2. Основы магнитотеллурического и магнитовариационного методов.	1	4-8	2	0	6	письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Электромагнитные зондирования с контролируруемыми источниками поля.	1	9-12	2	0	4	письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Зондирование методом вызванной поляризации в частотном режиме.	1	13-18	2	0	4	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			8	0	18	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные теории и модели (волновая, квазистационарная, и стационарная) электромагнитных полей.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Фундаментальная модель геоэлектрического разреза. Электрическая томография геологических сред. Физическая модель проявления залежей углеводородов.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Создание модели проявления залежей углеводородов

##### Тема 2. Основы магнитотеллурического и магнитовариационного методов.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Прямая и обратная задачи для градиентных и горизонтально-слоистых разрезов. Методика наблюдений, обработка результатов и интерпретация данных.

###### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Решение прямой и обратной задач для градиентных и горизонтально-слоистых разрезов.

##### Тема 3. Электромагнитные зондирования с контролируруемыми источниками поля.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Фундаментальная геоэлектрическая модель при электромагнитных зондированиях переменным полем - одномерная модель. Задача о распространении переменного электромагнитного поля дипольного источника в горизонтально-слоистой среде. Метод спектральных преобразований поля.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Методика наблюдений, обработка результатов и интерпретация данных.

##### Тема 4. Зондирование методом вызванной поляризации в частотном режиме.

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Симметричные и дипольные установки для электрического зондирования. Решение прямых и обратных задач. Единственность решения обратной задачи.

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Методика наблюдений, обработка результатов и интерпретация данных.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные теории и модели (волновая, квазистационарная, и стационарная) электромагнитных полей.	1	1-4	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Основы магнитотеллурического и магнитовариационного методов.	1	4-8	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
3.	Тема 3. Электромагнитные зондирования с контролируемыми источниками поля.	1	9-12	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
4.	Тема 4. Зондирование методом вызванной поляризации в частотном режиме.	1	13-18	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				46	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров с применением специализированного программного обеспечения. Часть материала изучается самостоятельно. Часть лабораторных занятий проводятся в интерактивной форме.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Основные теории и модели (волновая, квазистационарная, и стационарная) электромагнитных полей.

устный опрос , примерные вопросы:

Основные модели электромагнитных полей и их особенности  
Физические основы электромагнитных полей в геоэлектрике  
Прямые и обратные задачи электроразведки  
Методы инверсии электромагнитного поля в одномерной среде  
Методы инверсии электромагнитного поля в двухмерной среде  
Методы инверсии электромагнитного поля в трехмерной среде

### Тема 2. Основы магнитотеллурического и магнитовариационного методов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Физико-математические основы методов (типы геомагнитных вариаций, модель Тихонова-Каньяра, МТ операторы)  
Идея магнитотеллурических исследований электропроводности Земли  
Магнитовариационные исследования электропроводности Земли  
Методика полевых наблюдений (аппаратура, сеть съемки, регистрируемые параметры)  
Обработка результатов полевых наблюдений (форма представления и создание базы данных, стандартный граф анализа)  
Интерпретация данных МТЗ (горизонтально-слоистой среды, горизонтально-неоднородной среды, графическое представление МТ и индукционных матриц, анализ искажений амплитудных и фазовых кривых)  
Аномальные электромагнитные поля и их классификация  
Интерпретация данных магнитовариационного профилирования  
Принципы математического моделирования электромагнитных полей в задачах геоэлектрики (одномерных, двухмерных и трехмерных неоднородных сред)  
Основы применения МТЗ при поисках углеводородов и в изучении строения Земли

### Тема 3. Электромагнитные зондирования с контролируемыми источниками поля.

домашнее задание , примерные вопросы:

Физико-геологическая модель среды Основы частотного зондирования (методика съемки, аппаратное обеспечение, способы регистрации и обработки наблюдений) Основы зондирования становлением поля (методика съемки, аппаратное обеспечение, способы регистрации и обработки наблюдений) Основы метода переходных процессов (методика съемки, аппаратное обеспечение, способы регистрации и обработки наблюдений) Способы интерпретации кривых электромагнитных зондирований Способы математического моделирования в сложно-построенных средах Основы применения методов при поисках углеводородов и рудных залежей

#### **Тема 4. Зондирование методом вызванной поляризации в частотном режиме.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Физические основы метода космической спектральной съемки. Современное состояние космических и авиационных систем наблюдения. Методика обработки и математическое моделирование геологических сред. Основы решения обратной задачи пассивной тепловизионной томографии геологических сред. Алгоритмы обработки снимков на основе пространственной фильтрации поля, вейвлет преобразования, архитектура программного комплекса. Исследование динамики природной среды. Основы интерпретации тепловизионной томографии при поисках залежей углеводородов. Графические образы структур осадочного чехла и способ выявления залежей углеводородов. Томография при изучении подземных вод, импактных кратеров, вулканов и геотермальных источников.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Протокол распределения баллов:

Устный опрос- 5

Домашнее задание - по 10

Контрольная работа - 20

Итоговый контроль - 50

Вопросы на итоговый контроль:

1. Понятие электроразведки. Причины многообразия методов электроразведки.
2. Принципы классификации методов электроразведки. Решаемые геологические и инженерно-геологические задачи.
3. Электрическая модель горной породы.
4. Электромагнитные свойства горных пород.
5. Электрические свойства слоистых сред.
6. Понятие геоэлектрического разреза. Типы разрезов.
7. Аппаратура и оборудование для электроразведки.
8. Способы измерения разности потенциалов.
9. Параметры рабочих линий.
10. Типы установок используемых в электроразведке.
11. Поле точечного источника тока в однородной среде. Сопротивление заземления электрода.
12. Электрическое поле двух разнополярных источников тока, заземленных на поверхности полупространства.
13. Понятие коэффициента установки,  $\Gamma_k$ , принцип взаимности.
14. Поле точечного источника тока в анизотропной среде. Парадокс анизотропии.
15. Поле точечного источника на поверхности горизонтально-слоистой среды.
16. Методы электропрофилирования СЭП, ДЭП, КЭП, СГ, КрЭП.
17. Методы ВЭЗ, ДЭЗ и ТЗ.
18. Метод заряженного тела и его модификации.
19. Метод ЕП.

20. Причины возникновения естественных электрических полей.
21. Метод вызванной поляризации. Методика работ на постоянном токе.
22. Эффекты ВП на переменном токе.
23. Метод КСПК.
24. Метод ЧИМ.
25. Физико-математические основы методов переменных электромагнитных полей. Волновое уравнение, волновое число, параметр поля  $\rho$ .
26. Магнитотеллурические методы МТЗ, МТП, МВП, ТТ.
27. Частотное зондирование.
28. Зондирование становлением поля.
29. Метод переходных процессов.
30. Метод незаземленной петли.
31. Дипольное индуктивное профилирование. Типы установок ДИП. ДИП - КПП.
32. Метод длинного кабеля.
33. Метод радиокип.
34. Метод радиоволнового просвечивания.
35. Методы радиоволнового зондирования.
36. Метод ЗМПП.

### 7.1. Основная литература:

- Геофлюидальные давления и их роль при поисках и разведке месторождений нефти и газа: Монография / В.Г. Мартынов, В.Ю. Керимов, Г.Я. Шилов и др. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 347 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=347235>
- Проектирование поисково-разведочных работ на нефть и газ: Учебное пособие / В.Ю. Керимов, Р.Н. Мустаев, У.С. Серикова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с. - (Высшее образование: Магистратура) ISBN 978-5-16-010821-6, 500 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=503197>
- Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Электричество / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2010. ? 437 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=350718>
- Основы научных исследований в горном деле: Учебное пособие / В.И. Голик. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 119 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (обложка) ISBN 978-5-16-006747-6, 500 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=406190>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Основной курс электроразведки : Электроразведка переменным током. Ч.2 / В. К. Хмелевской .? Москва : МГУ, 1971 .? 268С.
- Принципы методов наземной и скважинной электроразведки / А. А. Кауфман, Б. И. Андерсон .? Тверь : [АИС], 2013 .? 487 с.
- Джафаров И. С. Шельф, его изучение и значение для поисков и разведки скоплений нефти и газа / И. с. URL: Джафаров, В. Ю. Керимов, Г. Я. Шилов. - СПб.: Недра, 2005. - 384 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=358786>
- Керимов В.Ю., Шилов Г.Я., Поляков Е.Е., Ахияров А.В., Ермолкин В.И., Сысоева Е.Н. Седиментолого-фациальное моделирование при поисках, разведке и добыче скоплений углеводородов / В.Ю. Керимов [и др.]. - М. : ВНИИгеосистем, 2010. - 288 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=347312>

### 7.3. Интернет-ресурсы:



Все о геологии - <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1161636&uri=page27.html>

Горная энциклопедия - <http://www.mining-enc.ru/r/razvedochnaya-geofizika/>

Зонд 1 - [http://zond-geo.ru/?page\\_id=242](http://zond-geo.ru/?page_id=242)

Электронная библиотека Нефть Газ - <http://www.dobi.oglib.ru/bgl/133.html>

Электроразведка - [http://www.magicoportals.com/books/zhdanov\\_m.s.-elektrozvedka\\_1](http://www.magicoportals.com/books/zhdanov_m.s.-elektrozvedka_1)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Электроразведочные методы поисков и разведки месторождений углеводородов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Лекционная аудитория с проектором

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.04.01 "Геология" и магистерской программе Современные геофизические технологии поисков и разведки месторождений углеводородов .

Автор(ы):

Каримов К.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Червиков Б.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.