

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Некорректные задачи геофизики Б2.В.4

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геофизика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Утемов Э.В.

**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 332014

Казань  
2014

## 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) доцент, к.н. Утемов Э.В. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий , Edward.Utemov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с теоретическими основами методов решения некорректно поставленных задач геофизики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.4 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Б2.В.4 Математический и естественнонаучный цикл. Для изучения дисциплины "Некорректные задачи геофизики" необходимо обладание знаниями в области математики и физики уровня средней школы. Изучается на 4 курсе в 7 семестре.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способен использовать профильно-специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения теоретических основ геологии, геофизики, геохимии, экологической геологии (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-16 (профессиональные компетенции)	владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и методы функционального анализа, разделов линейной алгебры, интегральных уравнений, нелинейной оптимизации, теории построения устойчивых приближенных решений некорректно поставленных задач.

2. должен уметь:

применять методы и алгоритмы, относящиеся к разделам курса, при решении геофизических задач.

3. должен владеть:

навыками применения математических моделей для описания физических процессов.

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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. Введение.	7	1-2	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Элементы функционального анализа.	7	3-4	2	0	2	тестирование
3.	Тема 3. Некорректности обратных задач.	7	5-6	2	0	2	тестирование
4.	Тема 4. Постановка ОЗ в методах подбора.	7	7-9	4	0	0	тестирование
5.	Тема 5. Локальные методы поиска.	7	10-12	2	0	4	тестирование
6.	Тема 6. Оценивание параметров методом наименьших квадратов.	7	13-15	2	0	4	коллоквиум
7.	Тема 7. Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ.	7	16-17	4	0	6	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	18	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение.

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

Введение. РОЗ как геофизическая дисциплина. Математическая постановка обратной задачи. Понятие прямой и обратной задачи. Модель. Элементы линейной алгебры. Матрицы. Действия над матрицами. Определители. Миноры. Ранг матрицы. Обратные матрицы. СЛАУ.

##### Тема 2. Элементы функционального анализа.

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

Элементы функционального анализа. Функционалы. Норма. Метрика. Операция скалярного произведения. Классификация линейных интегральных уравнений. Уравнения Фредгольма и Вольтерра. Уравнения первого и второго рода. Неоднородные уравнения.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Функционалы. Норма. Метрика. Операция скалярного произведения. Классификация линейных интегральных уравнений. Уравнения Фредгольма и Вольтерра. Уравнения первого и второго рода. Неоднородные уравнения.

**Тема 3. Некорректности обратных задач.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Некорректности обратных задач. Условия Адамара. Неустойчивость решений СЛАУ. Условно корректно поставленная задача (корректность по Тихонову)

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Условия Адамара. Неустойчивость решений СЛАУ.

**Тема 4. Постановка ОЗ в методах подбора.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановка ОЗ в методах подбора. Модельный класс. Критерий подбора. Алгоритм минимизации.

**Тема 5. Локальные методы поиска.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Локальные методы поиска. Поиск по деформируемому многограннику (симплексный метод). Группа методов поиска конфигураций. Методы случайного поиска. Методы поиска глобального минимума многоэкстремальной функции. Обобщенный глобальный спуск. Кластерные алгоритмы. Спуск с разбиением перспективных областей. Редукция размерности.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Методы случайного поиска.

**Тема 6. Оценивание параметров методом наименьших квадратов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Оценивание параметров методом наименьших квадратов. Двумерная обратная задача гравиметрии. Процедура линеаризации оператора прямой задачи.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Двумерная обратная задача гравиметрии.

**Тема 7. Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ. Регуляризация. Параметр регуляризации. Стабилизирующий функционал. Регуляризация по Иванову-Лаврентьеву. Регуляризация по Тихонову. Выбор параметра регуляризации. Регуляризованное решение интегрального уравнения первого рода.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Регуляризация по Иванову-Лаврентьеву. Регуляризация по Тихонову.

**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. Введение.	7	1-2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Элементы функционального анализа.	7	3-4	подготовка к тестированию	6	тестирование

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Некорректности обратных задач.	7	5-6	подготовка к тестированию	6	тестирование
4.	Тема 4. Постановка ОЗ в методах подбора.	7	7-9	подготовка к тестированию	6	тестирование
5.	Тема 5. Локальные методы поиска.	7	10-12	подготовка к тестированию	6	тестирование
6.	Тема 6. Оценивание параметров методом наименьших квадратов.	7	13-15	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
7.	Тема 7. Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ.	7	16-17	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				36	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров. Большая часть материала изучается самостоятельно.

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

#### Тема 1. Введение.

устный опрос , примерные вопросы:

Введение. РОЗ как геофизическая дисциплина. Математическая постановка обратной задачи. Понятие прямой и обратной задачи. Модель. Элементы линейной алгебры. Матрицы. Действия над матрицами. Определители. Миноры. Ранг матрицы. Обратные матрицы. СЛАУ.

#### Тема 2. Элементы функционального анализа.

тестирование , примерные вопросы:

Элементы функционального анализа. Функционалы. Норма. Метрика. Операция скалярного произведения. Классификация линейных интегральных уравнений. Уравнения Фредгольма и Вольтерра. Уравнения первого и второго рода. Неоднородные уравнения.

#### Тема 3. Некорректности обратных задач.

тестирование , примерные вопросы:

Некорректности обратных задач. Условия Адамара. Неустойчивость решений СЛАУ. Условно корректно поставленная задача (корректность по Тихонову)

#### Тема 4. Постановка ОЗ в методах подбора.

тестирование , примерные вопросы:

Постановка ОЗ в методах подбора. Модельный класс. Критерий подбора. Алгоритм минимизации. Методы поиска экстремума многомерной функции (глобальная оптимизация) Особенности многомерных пространств. Многоэкстремальность. Использование производных. Методы локальной оптимизации, использующие производные (методы спуска). Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона.



## **Тема 5. Локальные методы поиска.**

тестирование , примерные вопросы:

Локальные методы поиска. Поиск по деформируемому многограннику (симплексный метод). Группа методов поиска конфигураций. Методы случайного поиска. Методы поиска глобального минимума многоэкстремальной функции. Обобщенный глобальный спуск. Кластерные алгоритмы. Спуск с разбиением преспективных областей. Редукция размерности.

## **Тема 6. Оценивание параметров методом наименьших квадратов.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Оценивание параметров методом наименьших квадратов. Двумерная обратная задача гравиметрии. Процедура линеаризации оператора прямой задачи.

## **Тема 7. Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Принципы построения приближенных устойчивых решений ОЗ. Регуляризация. Параметр регуляризации. Стабилизирующий функционал. Регуляризация по Иванову-Лаврентьеву. Регуляризация по Тихонову. Выбор параметра регуляризации. Регуляризованное решение интегрального уравнения первого рода.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Текущий контроль составляет 60 баллов:

Контрольная работа ♦1 - 60 баллов

Контроль на зачете - 40 баллов

Вопросы для контроля знаний студента

1. Понятие прямой и обратной задачи. Понятие Модели.
2. Матрицы. Действия над матрицами. Определители. Миноры. Ранг матрицы. Обратные матрицы. СЛАУ.
3. Функционалы. Норма. Метрика.
4. Уравнения Фредгольма и Вольтерра. Уравнения первого и второго рода. Неоднородные уравнения.
5. Условия Адамара. Условно корректно поставленная задача (корректность по Тихонову)
6. Постановка ОЗ в методах подбора. Модельный класс. Критерий подбора. Алгоритм минимизации.
7. Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона.
8. Поиск по деформируемому многограннику (симплексный метод). Группа методов поиска конфигураций. Методы случайного поиска.
9. Туннельные алгоритмы. Кластерные алгоритмы. Спуск с разбиением преспективных областей. Редукция размерности.
10. Методом наименьших квадратов. Линеаризация оператора прямой задачи.
11. Регуляризация. Параметр регуляризации. Стабилизирующий функционал. Регуляризация по Иванову-Лаврентьеву. Регуляризация по Тихонову. Выбор параметра регуляризации.

### **7.1. Основная литература:**

Владимиров, Василий Сергеевич.

Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов .? Издание 2-е, стереотипное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .? 400 с. Ягола А.Г. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 217 с. - Режим доступа: URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50537/](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50537/).

Дмитриев, В. И. Обратные задачи геофизики [Электронный ресурс] : Монография / В. И. Дмитриев. - М.: МАКС Пресс, 2012. - 340 с. - ISBN 978-5-317-04151-9 URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=445507>

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Механика : учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. С. Чирцова. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 411 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов).- ISBN 978-5-94157-729-3. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349931>

## **7.2. Дополнительная литература:**

Шилов Г.Я. , Джафаров И. С. Генетические модели осадочных и вулканогенных пород и технология их фациальной интерпретации по геолого- геофизическим данным. ?М: Информационный центр ВНИИгеосистем, 2001. - 394с. - ISBN 5-8481-0008-X. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349288>

Вейвлет-анализ и его приложения: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-005055-3, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=234103>

Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 814 с.: ил. ? (Учебное пособие) - ISBN 978-5-9775-0259-7. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=350520>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

a-server.math.nsc.ru - [http://a-server.math.nsc.ru/IPP/BASE\\_DEF/ukz.htm](http://a-server.math.nsc.ru/IPP/BASE_DEF/ukz.htm)

www.variable-stars.ru - <http://www.variable-stars.ru/db/astrosearch/index.html>

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОФИЗИКИ - <http://emf.ipgg.nsc.ru/mpg/>

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ГЕОФИЗИКИ - [http://www.iae.nsk.su/~trofimov/IPP/GEO\\_S\\_E/geo\\_m.html](http://www.iae.nsk.su/~trofimov/IPP/GEO_S_E/geo_m.html)

Обратные задачи геофизики - <http://www.twirpx.com/file/569810/>

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

Освоение дисциплины "Некорректные задачи геофизики " предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геофизика .



Автор(ы):

Утемов Э.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Червиков Б.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.