

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Вычислительные программные средства геофизики Б1.В.ОД.7

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Куштанова Г.Г.

**Рецензент(ы):**

Овчинников М.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No

Казань  
2015

## 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, д.н. (доцент) Куштанова Г.Г. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Galya.Kushtanova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Вычислительные программные средства геофизики является изучение основ метода математического моделирования метода конечных разностей, проведения вычислительного эксперимента на примере уравнения в частных производных типа теплопроводности (уравнения однофазной фильтрации).

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в профессиональную часть (Ф.2) раздела "Б.2. Естественно-математический цикл" ФГОС ВПО и ПрОП по направлению подготовки "Радиофизика".

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

Курс предназначен для магистрантов 1 года обучения, 1 семестр

Направление: 010800.68: Радиофизика

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.Б.2, профессиональный цикл

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью описывать новые методики инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

что такое гидродинамическое моделирование, насколько модель соответствует месторождению, какие задачи позволяет решать гидродинамическое моделирование.

2. должен уметь:

построить модель месторождения с применением гидродинамического симулятора Eclipse, управлять ею, осуществлять прогноз.

3. должен владеть:

синтаксисом написания отдельных секций Eclipse

4. должен демонстрировать способность и готовность:

построить модель пласта с несколькими скважинами.

#### 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. Что такое гидродинамическое моделирование	1	1	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Структура и организация файлов Eclipse	1	2	1	1	0	устный опрос
3.	Тема 3. Секция Grid	1	3	1	1	0	устный опрос
4.	Тема 4. Секция PVT	1	4-5	1	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Секция Scal	1	5-6	1	2	0	устный опрос
6.	Тема 6. Секция Initialization	1	7	1	1	0	устный опрос
7.	Тема 7. Секция SCHEDULE	1	8-9	2	2	0	устный опрос
8.	Тема 8. Секция Summary	1	10	1	1	0	устный опрос
9.	Тема 9. Секция Result	1	11	1	1	0	устный опрос
10.	Тема 10. Моделирование водоносных пластов	1	12	1	1	0	устный опрос
11.	Тема 11. Моделирование КВД	1	13	1	1	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			13	13	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Что такое гидродинамическое моделирование

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

Несколько модель соответствует месторождению, задачи решаемые с помощью гидродинамического моделирования. Возможности гидродинамического симулятора Eclipse

### Тема 2. Структура и организация файлов Eclipse

#### *лекционное занятие (1 часа(ов)):*

Структура входных выходных файлов.

#### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Знакомство с программой

### Тема 3. Секция Grid

#### *лекционное занятие (1 часа(ов)):*

Понятие сетки, типы сеток. Минимальный набор данных для каждой ячейки модели.

#### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Создание гидродинамической модели

### Тема 4. Секция PVT

#### *лекционное занятие (1 часа(ов)):*

PVT свойства флюидов. Модель черной нефти.

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

Создание гидродинамической модели

### Тема 5. Секция Scal

#### *лекционное занятие (1 часа(ов)):*

Фазовые проницаемости

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

Создание гидродинамической модели

### Тема 6. Секция Initialization

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Начальные данные

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**Тема 7. Секция SCHEDULE**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Добавление скважин Перфорация интервалов.. Подбор истории. Прогноз.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**Тема 8. Секция Summary**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Назначение секции. Ключевые слова.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**Тема 9. Секция Result**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Построение 2-D и псевдо 3-D графиков.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**Тема 10. Моделирование водоносных пластов**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Моделирование аквифера

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**Тема 11. Моделирование КВД**

**лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Моделирование кривой восстановления давления

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Создание гидродинамической модели

**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. Что такое гидродинамическое моделирование	1	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Структура и организация файлов Eclipse	1	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Секция Grid	1	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Секция PVT	1	4-5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Секция Scal	1	5-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Секция Initialization	1	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Секция SCHEDULE	1	8-9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
8.	Тема 8. Секция Summary	1	10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Секция Result	1	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Моделирование водоносных пластов	1	12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Моделирование КВД	1	13	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				46	

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

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, моделирование на специальной программе, применение роли экспертов для студентов.

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

#### Тема 1. Что такое гидродинамическое моделирование

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие, назначение моделирования, решаемые задачи

#### Тема 2. Структура и организация файлов Eclipse

устный опрос , примерные вопросы:

Возможности гидродинамического симулятора, организыция файлов

#### Тема 3. Секция Grid

устный опрос , примерные вопросы:

Типы сеток, данные для каждой ячейки

#### Тема 4. Секция PVT

устный опрос , примерные вопросы:

Свойства флюидов

#### Тема 5. Секция Scal

устный опрос , примерные вопросы:

Фазовые проницаемости, ремасштабирование

#### Тема 6. Секция Initialization

устный опрос , примерные вопросы:

Начальные данные

#### Тема 7. Секция SCHEDULE

устный опрос , примерные вопросы:

Задание скважин, истории работы

#### Тема 8. Секция Summary

устный опрос , примерные вопросы:

Формирование выходных данных

#### Тема 9. Секция Result

устный опрос , примерные вопросы:

Представление результата в графическом виде

### **Тема 10. Моделирование водоносных пластов**

устный опрос , примерные вопросы:

Приемы моделирования аквифера

### **Тема 11. Моделирование КВД**

устный опрос , примерные вопросы:

Моделирование кривых восстановления давления, временные шаги.

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

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов выполняется задание по моделированию разработки пласта с несколькими скважинами.

Задание: составить радиальную модель композитного пласта, разрабатываемого несколькими скважинами, дополнить ее нагнетательными скважинами и подобрать оптимальный режим.

### **ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ И ЗАЧЕТУ**

1. Назначение секции Grid. Методы построения сеток.
2. Назначение секции PVT. Ключевые слова.
3. Задание начальных данных.
4. Задание фазовых проницаемостей.
5. Добавление скважин и перфорация.
6. Особенности задания перфорации в радиальных координатах.
7. Построение графиков.
8. Симуляция гидроразрыва пласта.
9. Моделирование КВД.
10. Управление выводом.
11. Задание Аквифера.

### **7.1. Основная литература:**

1. Куштанова Г.Г. Подземная гидромеханика. (уч.- метод. пособие) [электронный ресурс] / Г.Г. Куштанова, М.Н.Овчинников. Казань: Изд-во Казан.(Приволж.) федер. ун-та, 2010, 67 с. // [http://kpfu.ru/docs/F1070764481/ovchin\\_kushtan\\_podzemn\\_gidromehnika.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1070764481/ovchin_kushtan_podzemn_gidromehnika.pdf) (каф. сайт)
2. Фанчи, Джон Р. Интегрированный подход к моделированию фильтрационных потоков / Д. Р. Фанчи. -Москва ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. - 254 с.
- 3.Овчинников М.Н., Куштанова Г.Г., Гаврилов А.Г. Средства контроля гидродинамических потоков в скважинных условиях и расчеты фильтрационных параметров пластов. Учебное пособие. Казань: КФУ. - 2012. 130 с. [http://www.kpfu.ru/docs/F1805167370/sredstva\\_kontrolya\\_gd\\_potokov\\_32.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1805167370/sredstva_kontrolya_gd_potokov_32.pdf)
4. Карнаухов М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин: справочник инженера по исследованию скважин: уч. пос. для студ. высших учебных заведений/ М. Л. Карнаухов, Е. М. Пьянкова. ? Москва: Инфра-Инженерия, 2013. - 432с

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Справочное руководство Eclipse. Версия 2003A-1.-Schlumberger, 2003.- 2030 с. [http://grinikkos.com/view\\_post.php?id=187](http://grinikkos.com/view_post.php?id=187)

2. Курс пользователя Eclipse100.-Schlumberger, 2003.- 441 с.  
[http://grinikkos.com/view\\_post.php?id=187](http://grinikkos.com/view_post.php?id=187)
3. Теория и практика моделирования разработки нефтяных месторождений в различных геолого-физических условиях / Хисамов Р.С., Ибатуллин Р.Р., Никифоров А.И., Иванов А.Ф., Низаев Р.Х. - Казань: Изд-во "Фэн" Академии наук РТ, 2009. 239 с.
4. Басниев К.С.. Нефтегазовая гидромеханика/ К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005.- 544 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- с - <http://www.4shared.com/office/vliAVJ25/Heriot>
- с - <http://ru.scribd.com/doc/74468323/Heriot-Watt-University-Reservoir-Simulation>
- с - [http://portal.tpu.ru/departments/otdel/publish/catalog/2012/ipr/metod\\_2012/avtor/IPR\\_GLADKOV\\_GEOLOG](http://portal.tpu.ru/departments/otdel/publish/catalog/2012/ipr/metod_2012/avtor/IPR_GLADKOV_GEOLOG)
- с - [http://www.slb.ru/sis/pdf/ECLIPSE\\_Suite\\_2010.pdf](http://www.slb.ru/sis/pdf/ECLIPSE_Suite_2010.pdf)
- с - <http://www.slb.ru/sis/item478/>

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

Освоение дисциплины "Вычислительные программные средства геофизики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

- студенты имеют возможность получать доступ к электронным ресурсам сети Интернет через в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;
- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Радиофизические методы по областям применения .

Автор(ы):

Куштанова Г.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.