

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Математические модели теории фильтрации Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Рунг Е.В.

**Рецензент(ы):**

Бахтиева Л.У.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No 949715

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, к.н. (доцент) Рунг Е.В. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Elena.Rung@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс предназначен для обучения навыкам математического моделирования процессов теории фильтрации.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина по выбору Б3.ДВ.3 "Модели процессов теории фильтрации" относится к профессиональному циклу дисциплин, предназначена для студентов 4 курса (7 семестр). Базируется на знаниях, полученных в рамках дисциплин "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Уравнения математической физики", "Численные методы", "Основы информатики".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способность использования основ защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, основных мер по ликвидации их последствий, способность к общей оценке условий безопасности жизнедеятельности
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность владения методикой преподавания учебных дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и определения теории фильтрации

2. должен уметь:

ориентироваться в задачах подземной гидродинамики и иметь представление о способах их решения

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о методах исследования процессов фильтрации

4. должен демонстрировать способность и готовность:

навыки математического моделирования процессов теории фильтрации

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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. Математические модели однофазной фильтрации	3	1-3	0	3	0	письменная работа
2.	Тема 2. Модели двухфазной фильтрации	3	4-6	0	3	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации	3	7-9	0	3	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Модели фильтрационной консолидации	3	10-12	0	3	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации	3	13-15	0	3	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации	3	16-18	0	3	0	письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			0	18	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Математические модели однофазной фильтрации

##### *практическое занятие (3 часа(ов)):*

Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте. Уравнение неразрывности. Уравнение движения.

##### Тема 2. Модели двухфазной фильтрации

##### *практическое занятие (3 часа(ов)):*

Относительные фазовые проницаемости системы вода-нефть. Физический смысл функции Бакли-Лeverетта. Вязкость вытесняющей фазы. Зависимость фронтальной насыщенности от вязкостей фаз. Вид относительных фазовых проницаемостей системы вода-нефть. 2. Физический смысл функции Бакли-Лeverетта. 3. Как влияет на безводную нефтеотдачу вязкость вытесняющей фазы. 4. Зависимость фронтальной насыщенности от вязкостей фаз.

### **Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации**

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Основные понятия по теории фильтрации. Уравнения баланса для воды и нефти. Уравнение теплопроводности в пласте. Крупномасштабное приближение. Разностная схемы для давления. Разностная схема для температуры. Разностная схема для насыщенности

### **Тема 4. Модели фильтрационной консолидации**

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Определение фильтрационной консолидации. Насыщенность. Функция фазовой проницаемости. Функция насыщенности. Преобразование Кирхгофа

### **Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации**

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Метод сумматорных тождеств. Схема МКЭ. Итерационные методы решения задачи насыщенной фильтрационной консолидации (метод Якоби, верхней релаксации)

### **Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации**

#### **практическое занятие (3 часа(ов)):**

Определение обобщенного решения и его свойства. Полудискретное решение и его свойства. Построение разностной схемы. Построение схемы МКЭ. Итерационный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации

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

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Математические модели однофазной фильтрации	3	1-3	подготовка к письменной работе	9	письменная работа
2.	Тема 2. Модели двухфазной фильтрации	3	4-6	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
3.	Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации	3	7-9	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
4.	Тема 4. Модели фильтрационной консолидации	3	10-12	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
5.	Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации	3	13-15	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
6.	Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации	3	16-18	подготовка к письменной работе	9	письменная работа
	Итого				54	

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

Активные и интерактивные форы занятий в сочетании с внеаудиторной работой

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

### **Тема 1. Математические модели однофазной фильтрации**

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки 1. Уравнение неразрывности. 2. Уравнение движения. 3. Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте. 4. Функция Лейбензона. 5. Типы граничных условий

### **Тема 2. Модели двухфазной фильтрации**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки 1. Вид относительных фазовых проницаемостей системы вода-нефть. 2. Физический смысл функции Бакли-Левретта. 3. Как влияет на безводную нефтеотдачу вязкость вытесняющей фазы. 4. Зависимость фронтальной насыщенности от вязкостей фаз.

### **Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки 1. Основные понятия по теории фильтрации 2. Уравнения баланса для воды и нефти 3. Уравнение теплопроводности в пласте 4. Крупномасштабное приближение 5. Разностная схемы для давления 6. Разностная схема для температуры 7. Разностная схема для насыщенности

### **Тема 4. Модели фильтрационной консолидации**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки: 1. Определение фильтрационной консолидации 2. Насыщенность 3. Функция фазовой проницаемости 4. Функция насыщенности 5. Преобразование Кирхгофа

### **Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки 1. Метод сумматорных тождеств 2. Схема МКЭ 3. Итерационные методы решения задачи насыщенной фильтрационной консолидации (метод Якоби, верхней релаксации)

### **Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации**

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы для подготовки 1. Определение обобщенного решения и его свойства 2. Полудискретное решение и его свойства 3. Построение разностной схемы 4. Построение схемы МКЭ 5. Итерационный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации

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

Примерные вопросы к зачету:

Предусмотрена сдача зачета, вопросы для зачета - Приложение 1

Примерные вопросы на зачет

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение движения.
3. Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте.
4. Функция Лейбензона.
5. Типы граничных условий

6. Вид относительных фазовых проницаемостей системы вода-нефть.
7. Физический смысл функции Бакли-Левретта.
8. Как влияет на безводную нефтеотдачу вязкость вытесняющей фазы.
9. Зависимость фронтальной насыщенности от вязкостей фаз.
10. Уравнения баланса для воды и нефти
11. Уравнение теплопроводности в пласте
12. Крупномасштабное приближение
13. Итерационные методы решения задачи насыщенной фильтрационной консолидации (метод Якоби, верхней релаксации)
14. Определение обобщенного решения задачи насыщенной фильтрационной консолидации
15. Определение обобщенного решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации
16. Итерационный метод решения задачи насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации

### 7.1. Основная литература:

1. Никифоров А.И. Моделирование потокоотклоняющих технологий в нефтедобыче / А. И. Никифоров, Р. Х. Низаев, Р. С. Хисамов; ИММ КазНЦ РАН, ТатНИПИнефть, ОАО "Татнефть". Казань: Фэн: Академия наук РТ, 2011.-223 с.
2. Ухин Б. В. Гидравлика: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=375072>
3. Гриневский С.О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: Монография / С.О. Гриневский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с.  
<http://znanium.com/go.php?id=413174>
4. Покровский В.В. Механика. Методы решения задач : учебное пособие / В.В. Покровский. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012.-253 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8713](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8713)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта : учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. "Технология и комплекс. механизация разраб. нефт. и газовых месторождений" / Ш. К. Гиматудинов, А. И. Ширковский .? 4-е изд., стер., перепеч. с 3-го изд. 1982 г. - Москва : Альянс, 2005 .- 310, [1] с.
2. Скворцов Э.В. Введение в математическую экологию : учебно-методическое пособие для студентов экологических специальностей / [авт.-сост.] Ш. Х. Зарипов ; [науч. ред. д.ф.-м.н., проф. Э. В. Скворцов] ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Фак. географии и экологии .? Казань : Казанский университет, 2010 .- 47 с.
3. Котляр Л.М. Плоские стационарные задачи фильтрации жидкости с начальным градиентом / Л. М. Котляр, Э. В. Скворцов .- Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1978 (вып. дан. 1979) .- 141 с.
4. Бадриев И.Б. Метод решения нелинейных стационарных анизотропных задач фильтрации / Вестник Удмуртского университета. Серия 1. Математика. Механика. Компьютерные науки, Вып. 3, 2008  
<http://znanium.com/bookread.php?book=504734>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Научная библиотека МГУ - <http://www.nbmgu.ru/>

Учебно-методические комплексы - <http://umk.utmn.ru>

Электронная библиотека - <http://www.bibliorossica.com/>

Электронная библиотека издательство Лань - <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система znanium.com - <http://znanium.com/>

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

Освоение дисциплины "Математические модели теории фильтрации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

компьютерный класс

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое моделирование .



Автор(ы):

Рунг Е.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.