

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. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Математические модели теории фильтрации Б1.В.ДВ.24

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

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 950117

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

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс "Модели процессов теории фильтрации" предназначен для обучения студентов 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.24 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.04 Прикладная математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 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 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. Математические модели однофазной фильтрации	7	1-3	0	0	6	Письменная работа
2.	Тема 2. Модели двухфазной фильтрации	7	4-6	0	0	6	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации	7	7-9	0	0	6	Контрольная работа
4.	Тема 4. Модели фильтрационной консолидации	7	10-12	0	0	6	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации	7	13-15	0	0	6	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации	7	16-18	0	0	6	Письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

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

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

Пористая среда, скорость фильтрации, проницаемость, вязкость, коэффициент сжимаемости жидкости, закон фильтрации, математическое описание процесса фильтрации на основе законов сохранения.

## Тема 2. Модели двухфазной фильтрации

### лабораторная работа (6 часа(ов)):

Насыщенность, фаза, математическое описание процесса фильтрации на основе законов сохранения для каждой из фаз, функция Бакли-Левверетта, классическая задача Бакли-Левверетта

## Тема 3. Модели неизотермической двухфазной фильтрации

### лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение модели неизотермической фильтрации, построение крупномасштабного приближения, приведение к безразмерному виду, построение разностных схем, итерационные методы решения

## Тема 4. Модели фильтрационной консолидации

### лабораторная работа (6 часа(ов)):

Консолидация, насыщенная фильтрационная консолидация, насыщенно-ненасыщенная фильтрационная консолидация, вывод уравнения насыщенной фильтрационной консолидации, вывод уравнения насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации

## Тема 5. Модель насыщенной фильтрационной консолидации

### лабораторная работа (6 часа(ов)):

Метод сумматорных тождеств, схема МКЭ, итерационный метод решения задачи насыщенной фильтрационной консолидации

## Тема 6. Модель насыщенно-ненасыщенной фильтрационной консолидации

### лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение обобщенного решения, 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)

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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				36	

## 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-Лeverетта. 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-Левверетта.
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>

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

1. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: Интерконтакт Наука, 2008, 174 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=345103>

### **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 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки Математическое моделирование .



Автор(ы):

Рунг Е.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.