

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 16.09.2020

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### дисциплины

«Движение жидкостей и газов в природных пластах»

### Специальность

21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

### Специализация

«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»

### Квалификация

горный инженер

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Движение жидкостей и газов в природных пластах» является приобретение студентами знаний об основах теории движения жидкостей и газов в природных пластах с учетом их реальных свойств.

Задачи изучения дисциплины «Движение жидкостей и газов в природных пластах» является умение студентов использовать полученные знания в практической деятельности инженеров в области проектирования разработки и разработки нефтяных и газовых месторождений.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Движение жидкостей и газов в природных пластах» относится к дисциплинам по выбору Блока 1.

Для изучения курса требуется знание: математики; физики; гидравлики и нефтегазовой гидромеханики.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: основы разработки нефтяных и газовых месторождений; разработка нефтяных и газовых месторождений.

## **3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

- способен решать производственные и/или исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли (ОПК-1);
- способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий (ОПК-5).

### **В результате освоения дисциплины студент должен**

#### **Знать:**

- основные законы дисциплин естественно-научного и инженерно-технического модуля;
- основы логистики, применительно к нефтегазовому предприятию;
- принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов;
- технологию экспериментальной деятельности;
- стандартное оборудование для проведения экспериментальных исследований в зависимости от выбранной сферы профессиональной деятельности.

#### **Уметь:**

- использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей;
- использовать основы логистики, применительно к нефтегазовому предприятию, когда основные технологические операции совершаются в условиях неопределенности;
- сопоставлять технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве;
- обрабатывать результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы.

#### **Владеть:**

- основными методами оценки и анализа, технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды;
- опытом участия в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования;
- навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия;
- техникой экспериментирования с использованием пакетов программ.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
			6	6
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48/1,33	12/0,33	48/1,33	12/0,33
В том числе:				
Лекции	16/0,44	6/0,17	16/0,44	6/0,17
Практические занятия	32/0,89	6/0,17	32/0,89	6/0,17
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>96/2,67</b>	<b>132/3,67</b>	<b>96/2,67</b>	<b>132/3,67</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Рефераты	10/0,28		10/0,28	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Темы для самостоятельного изучения	56/1,56	68/1,89	56/1,56	68/1,89
Подготовка к практическим занятиям	30/0,83	30/0,83	30/0,83	30/0,83
Подготовка к зачету		34/0,94		34/0,94
<b>Вид отчетности</b>	<b>зач</b>	<b>зач</b>	<b>зач</b>	<b>зач</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>ВСЕГО в зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы		Практ. зан. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Введение	1	2			1	3
2	Основные понятия подземной гидрогазодинамики	2		4	1	6	
3	Классические модели теории фильтрации однородной жидкости	3	2	8	1	11	4
4	Неклассические модели движения однородных жидкостей	4		6	1	10	
5	Двухфазная фильтрация и теория вытеснения нефти водой	4	2	8	2	12	5
6	Физико-химическая подземная гидродинамика нефтяного пласта	2		6	1	8	

##### 5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Цели и задачи дисциплины. Основные термины и понятия
2	Основные понятия подземной гидрогазодинамики	Особенности теории движения жидкости и газа в природных пластах. Пористые среды.

		Закон Дарси, пределы его применимости и уточнения. Уравнение неразрывности и основные уравнения теории фильтрации.
3	Классические модели теории фильтрации однородной жидкости	Простейшие установившиеся напорные течения. Качественные методы теории напорных течений. Установившиеся безнапорные течения. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Линейная теория. Нестационарное движение однородных жидкостей. Нелинейные эффекты.
4	Неклассические модели движения однородных жидкостей	Теория фильтрации неньютоновских жидкостей. Закон фильтрации. Стационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей. Нестационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей. Неравновесность при фильтрации однородных жидкостей. Движение в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.
5	Двухфазная фильтрация и теория вытеснения нефти водой	Основные представления теории двухфазного течения в пористых средах. Структура двухфазного течения при крупномасштабном описании. Задача Баклея-Левретта. Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона. Капиллярные эффекты в пористых средах. Неравновесные эффекты при двухфазной фильтрации. Устойчивость вытеснения несмешивающихся жидкостей. Теория вытеснения неньютоновских жидкостей. Влияние вязкопластических свойств нефти на нефтеотдачу
6	Физико-химическая подземная гидродинамика нефтяного пласта	Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде. Вытеснение нефти растворами активных примесей. Эффекты диффузии и неравновесности в задачах вытеснения нефти раствором активной примеси.

### 5.3 Лабораторные работы - не предусмотрены

### 5.4. Практические занятия (семинары)

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия подземной гидрогазодинамики	Рассмотрение типовых задач по теме Решение практических задач по теме.
2	Классические модели теории фильтрации однородной жидкости	Рассмотрение типовых задач по теме Решение практических задач по теме.

3	Неклассические модели движения однородных жидкостей	Рассмотрение типовых задач по теме Решение практических задач по теме.
4	Двухфазная фильтрация и теория вытеснения нефти водой	Рассмотрение типовых задач по теме Решение практических задач по теме.
5	Физико-химическая подземная гидродинамика нефтяного пласта	Рассмотрение типовых задач по теме Решение практических задач по теме.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: ОФО 96 часов; ЗФО 132 часа.

Программой предусматривается самостоятельное освоение части разделов курса. Результатом изучения для студентов ОФО является реферат объемом 8-12 страниц. После собеседования и защиты, тема реферата считается усвоенной. На изучение темы, составление реферата и защиту отводится 10 часов.

### Темы для самостоятельного изучения

1. Фазовые состояния углеводородных систем
2. Элементы теории фильтрации
3. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах
4. Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде
5. Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах
6. Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью
7. Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости или газа в пористой среде
8. Общие дифференциальные уравнения подземной гидромеханики
9. Основные определения и понятия фильтрации жидкостей и газов. Опыт и закон Дарси
10. Основы моделирования процессов фильтрации нефти, газа и воды
11. Математические модели однофазной фильтрации
12. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде
13. Плоские установившиеся фильтрационные потоки
14. Приток жидкости и газа к несовершенным, горизонтальным и многоствольным скважинам. Учет несовершенства скважин
15. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте
16. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей и газов

### Темы рефератов

1. Дифференциальные уравнения изотермической фильтрации флюидов в нефтегазоносных пластах
2. Одномерные установившиеся потоки жидкости и газа в пористой среде
3. Плоские установившиеся фильтрационные потоки
4. Неустановившееся движение упругой жидкости в упругой (деформируемой) пористой среде
5. Неустановившееся движение газа в пористой среде
6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей и газов
7. Теория двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей
8. Основы теории фильтрации многофазных систем
9. Гидродинамические модели методов повышения нефте- и газоконденсатоотдачи пластов
10. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости
11. Движение жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых средах
12. Моделирование основных процессов фильтрации пластовых флюидов
13. Основные определения и понятия фильтрации жидкостей и газов. Опыт и закон Дарси
14. Математические модели однофазной фильтрации

15. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в однородной пористой среде
16. Одномерные фильтрационные потоки по закону Дарси несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах
17. Плоские установившиеся фильтрационные потоки
18. Неустановившееся движение упругой жидкости в упругом пласте
19. Приближенные методы решения задач теории упругого режима
20. Классические модели теории фильтрации однородной жидкости
21. Простейшие установившиеся напорные течения
22. Качественные методы теории напорных течений
23. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Линейная теория
24. Нестационарное движение однородных жидкостей. Нелинейные эффекты
25. Неклассические модели движения однородных жидкостей
26. Неравновесность при фильтрации однородных жидкостей. Движение в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах
27. Основные представления теории двухфазного течения в пористых средах

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Underground Fluid Mechanics / Подземная гидромеханика [Электронный ресурс]: учебное пособие на английском языке / А. В. Хандзель, П. Н. Ливинцев, Н. М. Клименко, А. О. Шестерень. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 149 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66012.html>
2. Басниев К.С. и др. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс] / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 488 с. — 5-93972-547-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16594.html>
3. Савинкова Л.Д., Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Савинкова Л.Д. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-7410-1687-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741016879.html>
4. Карнаухов М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин [Электронный ресурс] / Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. - М. : Инфра-Инженерия, 2010. - 432 с. - ISBN 978-5-9729-0031-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900312.html>
5. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
6. Казарян В.А. Подземное хранение газов и жидкостей [Электронный ресурс] / В. А. Казарян. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 432 с. — 5-93972-505-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16595.html>

### **7. Оценочные средства**

#### **Вопросы к первой аттестации**

1. Цели и задачи дисциплины.
2. Основные термины и понятия
3. Особенности теории движения жидкости и газа в природных пластах.
4. Пористые среды.
5. Закон Дарси, пределы его применимости и уточнения.
6. Уравнение неразрывности и основные уравнения теории фильтрации.
7. Простейшие установившиеся напорные течения.

8. Качественные методы теории напорных течений.
9. Установившиеся безнапорные течения.
10. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Линейная теория.
11. Нестационарное движение однородных жидкостей. Нелинейные эффекты.
12. Теория фильтрации неньютоновских жидкостей. Закон фильтрации.
13. Стационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей.
14. Нестационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей.

Аттестационный билет № 1

1. Основные термины и понятия
2. Особенности теории движения жидкости и газа в природных пластах.
3. Пористые среды.
4. Закон Дарси, пределы его применимости и уточнения.

---

Один правильный ответ – 5 балла.

---

**Вопросы ко второй аттестации**

1. Неравновесность при фильтрации однородных жидкостей.
2. Движение в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.
3. Основные представления теории двухфазного течения в пористых средах.
4. Структура двухфазного течения при крупномасштабном описании. Задача Баклея-Левретта.
5. Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона. Капиллярные эффекты в пористых средах.
6. Неравновесные эффекты при двухфазной фильтрации.
7. Устойчивость вытеснения несмешивающихся жидкостей.
8. Теория вытеснения неньютоновских жидкостей. Влияние вязкопластических свойств нефти на нефтеотдачу
9. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.
10. Вытеснение нефти растворами активных примесей.
11. Эффекты диффузии и неравновесности в задачах вытеснения нефти раствором активной примеси.

Аттестационный билет № 1

1. Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона. Капиллярные эффекты в пористых средах.
2. Неравновесные эффекты при двухфазной фильтрации.
3. Устойчивость вытеснения несмешивающихся жидкостей.

---

Один правильный ответ – 5 балла.

---

**Вопросы к зачету**

1. Цели и задачи дисциплины.
2. Основные термины и понятия
3. Особенности теории движения жидкости и газа в природных пластах.
4. Пористые среды.
5. Закон Дарси, пределы его применимости и уточнения.
6. Уравнение неразрывности и основные уравнения теории фильтрации.
7. Простейшие установившиеся напорные течения.
8. Качественные методы теории напорных течений.

9. Установившиеся безнапорные течения.
10. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Линейная теория.
11. Нестационарное движение однородных жидкостей. Нелинейные эффекты.
12. Теория фильтрации неньютоновских жидкостей. Закон фильтрации.
13. Стационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей.
14. Нестационарные задачи фильтрации неньютоновских жидкостей.
15. Неравновесность при фильтрации однородных жидкостей (ОПК-5).
16. Движение в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах.
17. Основные представления теории двухфазного течения в пористых средах.
18. Структура двухфазного течения при крупномасштабном описании. Задача Баклея-Левретта.
19. Структура течения при мелкомасштабном описании. Стабилизированная зона. Капиллярные эффекты в пористых средах.
20. Неравновесные эффекты при двухфазной фильтрации.
21. Устойчивость вытеснения несмешивающихся жидкостей.
22. Теория вытеснения неньютоновских жидкостей. Влияние вязкопластических свойств нефти на нефтеотдачу
23. Процессы тепло- и массопереноса в пористой среде.
24. Вытеснение нефти растворами активных примесей (ОПК-1).
25. Эффекты диффузии и неравновесности в задачах вытеснения нефти раствором активной примеси.

#### **Образец билета для зачета**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова

#### **Дисциплина: «Движение жидкостей и газов в природных пластах»**

Институт нефти и газа специализация: «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» семестр \_\_\_\_

#### **БИЛЕТ № 1**

1. Классификация информационных систем по масштабности.
2. Линейное программирование.
3. Современные информационные технологии и интеллектуальные системы.

УТВЕРЖДАЮ:

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

зав. кафедрой \_\_\_\_\_

#### **Текущий контроль**

1. Основные понятия подземной гидрогазодинамики

Образец заданий:

- Определение полного гидростатического и манометрическое давления на забое нефтяной скважины, заполненной нефтью. Глубина нефти в стволе скважины  $h = 1000$  м.
- Пусть задан горизонтальный пласт постоянной мощности с контуром питания  $S$ , на котором поддерживается постоянное давление  $p_0$ , и с  $n$  эксплуатационными скважинами радиусов  $r_k$ , помещенными в точках  $z_k (x_k, y_k)$ . По технологическим соображениям для каждой скважины устанавливается некоторое минимальное допустимое значение забойного давления  $p_{min}$ . Требуется так выбрать забойное давление  $p_{заб}$  из допустимого диапазона для каждой скважины  $p_{min} \leq p_{заб} \leq p_0$ , чтобы суммарный дебит скважин  $Q$  был максимальным.



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Underground Fluid Mechanics / Подземная гидромеханика [Электронный ресурс]: учебное пособие на английском языке / А. В. Хандзель, П. Н. Ливинцев, Н. М. Клименко, А. О. Шестерень. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 149 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66012.html>
2. Басниев К.С. и др. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс] / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 488 с. — 5-93972-547-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16594.html>
3. Савинкова Л.Д., Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Савинкова Л.Д. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-7410-1687-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741016879.html>
4. Карнаухов М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин [Электронный ресурс] / Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. - М. : Инфра-Инженерия, 2010. - 432 с. - ISBN 978-5-9729-0031-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900312.html>
5. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>

### Дополнительная литература

1. Казарян В.А. Подземное хранение газов и жидкостей [Электронный ресурс] / В. А. Казарян. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 432 с. — 5-93972-505-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16595.html>
2. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
3. Казарян В.А. Подземное хранение газов и жидкостей [Электронный ресурс] / В. А. Казарян. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 432 с. — 5-93972-505-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16595.html>
4. Пономарева Г.А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пономарева Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения учебных занятий используются плакаты, макеты (фонтанная арматура, станок-качалка), специальное оборудование, мультимедийные средства для презентаций учебного материала, офисный пакет программ OpenOffice (Writer, Calc, Draw, Impress, Math) для оформления расчетов экономической эффективности повышения нефтеотдачи пластов.

Технические средства обучения – сосредоточены в лабораториях кафедры «БРЭНГМ» (лаб. 2-23, 2-26, 2-33, 2-35 и 2-30).

**Составители:**

Доцент кафедры «БРЭНГМ» к.т.н.



/Моллаев Р.М./

Старший преподаватель кафедры «БРЭНГМ»

/Алиев И.И./

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «БРЭНГМ», доцент



/Халадов А.Ш./

Директор ДУМР, к.ф.-м.н., доцент

/Магомаева М.А./