

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Минат Шавлович

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.11.2025 06:05:21

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-проректор по ОД

И.Г. Гайрабеков

«22» 05 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Подземная гидромеханика»

Направление подготовки

21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Направленность (профиль)

«Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание»

Квалификация

Горный инженер

Форма обучения

Очная, заочная

Год начала подготовки - 2025

Грозный – 2025

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Подземная гидромеханика» состоит в ознакомлении студентов с гидродинамическими теориями одно- и многофазной фильтрации жидкостей и газов в однородных и неоднородных пористых и трещиноватых средах.

Задачами изучения дисциплины являются: предложение студентам такого объема знаний, который позволит изучать последующие дисциплины; приобретение практических навыков в выполнении расчетов в прикладных задачах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Подземная гидромеханика» относится к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1.

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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли.	ОПК-1.1-знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.	знать: Основные требования и стандарты нефтегазовой и термальной отрасли, включая технические, экологические и экономические нормативы. Современные технологии и методы производства в нефтегазовом и геотермальном комплексе.
	ОПК-1.2-умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, ОПК-1.3-имеет навыки основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и	Особенности организационной и нормативной среды в отрасли. Основы научных методов исследования и анализа, применяемые в профессиональной деятельности.. уметь: Анализировать задачи производственного и исследовательского характера с учётом отраслевых требований и условий. Формулировать цели и задачи проектных и

	результатов моделирования, делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	исследовательских работ в сфере нефтегазового и термального производства. Применять современные методы и технологии для решения практических производственных и исследовательских задач. Оценивать влияние принимаемых решений на эффективность производства и безопасность отраслевых процессов. Использовать результаты исследований для оптимизации технологических процессов и улучшения качества продукции. владеть: Навыками систематизации и обработки информации, необходимой для решения профессиональных задач. Методиками постановки и проведения экспериментов, анализа полученных данных. Приёмами планирования и организации исследовательской и производственной деятельности. Технологиями подготовки отчётной и нормативной документации в рамках профессиональной деятельности.
ОПК-4. Способен использовать рациональные методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды,	ОПК-4.1-знает методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород ОПК-4.2-умеет определять потребность в промышленном материале, необходимом для составления рабочих проектов	знать: Основные методы и принципы математического и компьютерного моделирования природных и технических систем. Характеристики и особенности сплошных и разделённых сред, геологической среды и массива горных пород.

массива горных пород	ОПК-4.3-умеет анализировать ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, в силу своей компетенции вносит корректировку в проектные данные	Современные программные средства и инструменты для моделирования в нефтегазовой и геотермальной отраслях. Теоретические основы динамики горных пород и процессов тепло- и массопереноса.
	ОПК-4.4-имеет навыки оперативного выполнения требований рабочего проекта ОПК-4.5-имеет навыки работы с ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ	уметь: Выбирать и применять адекватные методы моделирования для решения задач, связанных с природными и техническими системами. Построить модели процессов в геологической среде и массиве горных пород с учётом их физических и механических свойств. Выполнять численное моделирование процессов теплообмена, фильтрации и деформации в сплошных и разделённых средах. Анализировать и интерпретировать результаты моделирования для принятия инженерных решений. Использовать специализированное программное обеспечение для моделирования геотермальных и нефтегазовых систем..
		владеть: Навыками разработки и реализации моделей процессов в программных пакетах (например, ANSYS, COMSOL Multiphysics, Eclipse, Petrel и др.). Приёмами верификации и валидации моделей для

		обеспечения их достоверности и точности. Технологией интеграции моделирования с практическими задачами проектирования и оптимизации. Методиками документирования и представления результатов моделирования.
--	--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.		Семестр	
		ОФО	ЗФО	5	6
				ОФО	ЗФО
Контактная работа		51/1,5	16/0,44	51/1,5	16/0,44
В том числе:					
Лекции		17/0,5	6/0,0,16	17/0,5	6/0,0,16
Практические занятия (ПЗ)		34/0,5	10/0,27	34/0,5	10/0,27
Самостоятельная работа (всего)		93/2,58	128/3,55	93/2,58	128/3,55
В том числе:					
Реферат		10/0,28	10/0,28	10/0,28	10/0,28
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы</i>					
Темы для самостоятельного изучения		63/1,75	108/3	63/1,75	108/3
Подготовка к практическим занятиям		10/0,28	10/0,28	10/0,28	10/0,28
Подготовка к экзамену					
Вид отчетности		экзамен	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144	144	144	144
	ВСЕГО в зач. ед.	4	4	4	4

5 Содержание разделов дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. часы		Прак. зан. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Фазовые состояния различных систем	1	4	-	6	1	10
2	Элементы теории фильтрации	2		6		8	
3	Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	2		-		2	
4	Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде	2		6		8	
5	Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	2		6		8	
6	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью	2	2	8	4	10	6
7	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости в пористой среде	4		8		12	
8	Общие дифференциальные уравнения подземной гидромеханики	2		-		2	

5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Подземная гидромеханика – теоретическая основа разработки нефтяных, газовых и геотермальных месторождений. Важнейшие этапы её развития.
2	Фазовые состояния различных систем	Схемы фазовых превращений углеводородов и воды. Схемы фазовых превращений однокомпонентных систем. Схема фазовых превращений двух- и многокомпонентных систем. Поведение бинарных и многокомпонентных систем в критической области. Влияние воды на фазовые превращения углеводородов. Фазовое состояние системы нефть - газ при различных давлениях и температурах.
3	Элементы теории фильтрации	Явление фильтрации. Простейшие модели пористой среды. Пористость и просветность. Фиктивный грунт и переход от него к естественному грунту. Эффективный диаметр и способы его определения. Скорость фильтрации. Закон Дарси. Проницаемость пористой среды. Число Слехтера. Границы применимости закона Дарси к явлениям фильтрации. Число Рейнольдса. Формулы общего закона фильтрации.
4	Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	Классификация трещиноватых пластов. Параметры трещиноватости. Проницаемость пласта. Границы применимости закона Дарси в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах
5	Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде	Одномерный фильтрационный поток. Потенциальное движение. Уравнение состояния жидкости, газа и воды в пористой среде. Коэффициенты объемной упругости

		жидкости и пласта. Общие дифференциальные уравнения простейших одномерных потоков при нелинейном законе фильтрации. Потенциальное движение одномерной несжимаемой жидкости. Пьезометрическая линия. Изобары. Индикаторная линия.
6	Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	Поток одномерной несжимаемой жидкости в деформируемом трещиноватом пласте. Особенности фильтрационного потока в деформируемом трещиноватом пласте в условиях нелинейного закона фильтрации.
7	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью	Дифференциальное уравнение установившегося движения несжимаемой жидкости со свободной поверхностью в пласте, имеющем непроницаемую подошву. Дебит и индикаторная диаграмма для потока жидкости со свободной поверхностью.
8	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости в пористой среде	Понятие о методе исследования плоского потока. Фильтрационный поток жидкости от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Плоский поток, если в полубесконечном и круглом пластах расположена одна скважина. Влияние на производительность скважины формы внешнего контура пласта. Взаимодействие скважин кольцевой батареи. Количественная оценка эффекта взаимодействия скважин. Интерференция скважин. Прямолинейная батарея скважин. Совместное действие нескольких эксплуатационных и нагнетательных батарей. Влияние радиуса скважины на ее производительность.
9	Общие дифференциальные уравнения подземной гидромеханики	Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока в прямолинейной декартовой системе координат. Обобщенная форма закона Дарси. Уравнение потенциального движения. Уравнение неразрывности фильтрационного потока в трещиновато-пористом и трещиноватом пластах.

5.3 Лабораторный практикум (не предусматривается)

5.4 Практические занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Фазовые состояния различных систем	Расчет фазовых равновесий углеводородных смесей. Определение давления схождения констант фазового равновесия углеводородных смесей
2	Элементы теории фильтрации	Закон Дарси
3	Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде	Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости
4	Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	Поток жидкости в пласте с неоднородной проницаемостью

5	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью. Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной
6	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости в пористой среде	Количественная оценка эффекта взаимодействия скважин

6 Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа включает также подготовку к практическим занятиям и подготовку к защите практических работ. После выполнения практических работ проводится итоговое собеседование с обсуждением целей, задач и содержания выполненных работ. На подготовку к практическим работам, и их защитах 10 часов. На подготовку к рефератам, и их защитах 10 часов.

Темы для самостоятельного изучения

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. Теория двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей
6. Основы теории фильтрации многофазных систем
7. Гидродинамические модели методов повышения нефте- и газоконденсатоотдачи пластов
8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости
9. Движение жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых средах
10. Моделирование основных процессов фильтрации пластовых флюидов
11. Основные определения и понятия фильтрации жидкостей. Опыт и закон Дарси
12. Математические модели однофазной фильтрации
13. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в однородной пористой среде
14. Одномерные фильтрационные потоки по закону Дарси несжимаемой жидкости в неоднородных пластах
15. Плоские установившиеся фильтрационные потоки
16. Неустановившееся движение упругой жидкости в упругом пласте
17. Приближенные методы решения задач теории упругого режима
18. Классические модели теории фильтрации однородной жидкости
19. Простейшие установившиеся напорные течения
20. Качественные методы теории напорных течений
21. Нестационарное движение однородной сжимаемой жидкости. Линейная теория
22. Нестационарное движение однородных жидкостей. Нелинейные эффекты
23. Неклассические модели движения однородных жидкостей
24. Неравновесность при фильтрации однородных жидкостей. Движение в трещиновато-пористых и слоисто-неоднородных пластах
25. Основные представления теории двухфазного течения в пористых средах

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов

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. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ Савинкова, Л. Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. Д. Савинкова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 171 с. — 978-5-7410-1775-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78812.html>
 4. 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>
 5. 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>
 6. 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>
 7. 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>
 8. 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>.

7. Оценочные средства

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Что изучает дисциплина «Подземная гидромеханика».
2. Когда кем и было заложено развитие подземной гидравлики.
3. Кем были впервые предприняты теоретические исследования в области подземной гидромеханики.
4. В каких годах прошлого века подземная гидромеханика вступила в новый период своего развития
5. Какое новое направление развивается на ряду с задачами течения подземных вод
6. Кто является основоположником нового направления газонефтяная подземная гидравлика
7. Когда и кем были описаны важнейшие исследования в области подземной гидромеханики
8. Что понимают под фильтрацией
9. Какую среду представляет собой твердое тело, содержащие поры, такие как песок, песчаник, известняк
10. Какую среду представляет собой твердого тела если внутри них возникли трещины.
11. Как называется модель пористой среды, построенная на основе допущения, что все поры – узкие цилиндры, расположенные параллельно друг другу.

12. Как называется модель пористой среды, построенная на основе допущения, что все зерна представлены в виде множества шарообразных частиц одинакового диаметра.
13. Какой из параметров является одним из важнейших, характеризующим пористую среду.
14. Что называется отношением объема пор τ_n ко всему данному объему пористой среды τ .
15. В каких единицах измеряется пористость.
16. Какой еще параметр служит, кроме пористости, для пористой среды.
17. Как называется отношение просветной площади (площади проходов) в некотором сечении пористой среды F_n ко всей площади этого сечения F .
18. Что вывел Ч. Сликтер для пористого фиктивного грунта, исходя из простых геометрических соображений.
19. Какого значения достигает пористость фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 60$
20. Какого значения достигает пористость фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 90$
21. Какого значения достигает просветность фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 60$
22. Как называют абсолютную пористость и фиктивную пористость в природных или искусственных материалах
23. Как называется диаметр частиц фиктивного грунта, удовлетворяющим следующим условиям: геометрическая характеристика гидравлического сопротивления, оказываемого фиктивным грунтом фильтрационному потоку, должна быть такой, как и в случае реальной породы.
24. С помощью какого анализа находится эффективный диаметр частиц фиктивного грунта, при котором определяются групповые показатели состава грунта и процентное содержание отдельных фракций.
25. Что строят после просеивания грунта через специальный набор сит с различной площадью отверстий.
26. Перечислите два способа для вычисления эффективного диаметра
27. Что есть свойство пористой среды пропускать через себя жидкость, газ и газожидкостную смесь под воздействием приложенного перепада давления.
28. Как называется общий закон фильтрации в тех случаях, когда закон Дарси не имеет силу.

АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Какую среду представляет собой твердое тело, содержащие поры, такие как песок, песчаник, известняк
2. Какую среду представляет собой твердого тела если внутри него возникли трещины.
3. Как называется модель пористой среды, построенная на основе допущения, что все поры – узкие цилиндры, расположенные параллельно друг другу.

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. В каком виде выражается зависимость между скоростью фильтрации v и средней скоростью движения по трещинам u в трещиноватом пласте
2. По какой известной формуле из гидромеханики определяется средняя скорость течения жидкости между двумя плоскими неподвижными параллельными стенками.
3. Как записывается формула в общем случае для пористости трещиноватого пласта m_T
4. Чему равно в системе СИ проницаемость 1 Дарси.
5. Сколько факторов влияет на объем пространства в трещиноватом коллекторе.
6. На что влияет увеличение зерен с падением пластового давления в трещиноватом коллекторе.
7. На что влияет увеличение сжимающих усилий на скелет продуктивного пласта в трещиноватом коллекторе.

8. Как называется одно из уравнений системы для определения переменных параметров нефти, газа или их смеси и параметров пласта является общее дифференциальное уравнение движения сжимаемой жидкости или газа в упругой среде фильтрационного потока.
9. Что выражает уравнение неразрывности в пределах постоянного элементарного объема, выделенного внутри пористой или трещиноватой среды.
10. Как может быть записана формула для объема порового пространства внутри параллелепипеда τ_n
11. Сколькими способами расчетов было найдено изменение массы жидкости внутри рассмотренного нашего параллелепипеда за промежуток времени dt
12. Какой буквой обозначено масса жидкости параллелепипеда.
13. Чему равна масса жидкости, накопленная в параллелепипеде за время dt .
14. Какое условие должно быть соблюдено суммируя три этих выражения $\frac{\partial}{\partial_x}(\rho v_x)\tau dt$, $\frac{\partial}{\partial_y}(\rho v_y)\tau dt$, $\frac{\partial}{\partial_z}(\rho v_z)\tau dt$ находя полную массу жидкости, накопленную в элементе пористой среды за время dt при условии, что источниками и стоками жидкости являются исключительно внешние грани выделенного параллелепипеда.
15. Что обозначает данная символическая запись $\text{div}(\rho \vec{v})$.
16. С помощью какого оператора иногда записывают закон Дарси, выражая $\text{grad } p$.
17. Как изображается каждое комплексное число z на рис. 3 изображенной на этой плоскости.
18. Что значит задать функцию комплексного переменного.
19. Под каким углом пересекаются две кривые, из которых одна принадлежит семейству кривых, определяемых уравнением $\varphi(x, y) = C$, а другая семейству кривых $\psi(x, y) = C$
20. Что образуют два семейства кривых в основной плоскости течения.
21. Какому уравнению удовлетворяют функции $\varphi(x, y)$ и $\psi(x, y)$.
22. Как называется условия для данного уравнения $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0$.
23. Как называется проявление в призабойной области пласта, с конечной мощностью при отсутствии радиального потока по причине, обусловленной конструкцией забоя или фильтра.
24. К какому типу относится скважина, если она вскрывает пласт не на всю мощность, хотя и имеет полностью открытую для притока пластовой жидкости поверхность.
25. К какому типу относится скважина, если она доведена до пласта, но сообщается с пластом только через отверстия в колонне труб, в цементном кольце или в специальном фильтре.
26. Чем характеризуется коэффициент несовершенства скважины
27. От какого показателя зависит коэффициент совершенства, если скважина несовершенна по степени вскрытия пласта и как он определяется
28. От чего еще зависит коэффициент совершенства скважины, если пласт вскрывается при помощи стреляющих перфораторов – пулевых, беспулевых (кумулятивных) и т.п.
29. Какой величиной иногда пользуются при расчете дебитов несовершенных скважин.
30. Как называется радиус такой воображаемой совершенной скважины, которая, действуя в условиях несовершенной скважины, давала бы тот же дебит, что и эта последняя.
31. Как можно определить дебит несовершенной скважины.
32. Какой величиной может учитываться влияние несовершенства скважины на приток к ней жидкости при существовании закона фильтрации закона Дарси.

33. Как называется искусственное образование и расширение трещин в породах призабойной области путем создания повышенных давлений жидкости, нагнетаемой в скважину.
34. Что нагнетают вместе с жидкостью для того чтобы трещины в породе не смыкались после падения давления нагнетаемого в пласт через скважину.
35. Какой протяженности обычно достигают трещины, образующиеся при разрыве пласта.
36. Что показали результаты экспериментальных исследований Д.А. Эфроса опубликованные в 1960 г (связанные с газированной жидкостью).
37. Когда получается течение одного рода, как показали результаты экспериментальных исследований Д.А. Эфроса.
38. Когда получается течение второго рода, как показали результаты экспериментальных исследований Д.А. Эфроса.
39. Чем можно объяснить большие фазовые проницаемости для смесей, чем фазовые проницаемости для газированной жидкости.
40. Чему соответствуют фазовые проницаемости газированной жидкости, если вычислять фазовые проницаемости, исходя из того, что в случае смеси фазы занимают различные поры, а при фильтрации сопровождающихся с выделением газа из раствора во многих порах одновременно присутствует жидкость и пузырьки газа, то при насыщенности S близкой 1.
41. Что можно считать только при фильтрации смеси, т.е. если газ не выделяется из раствора, а вводится извне.
42. Какой безразмерной величиной можно представить распределение фаз в порах.
43. Какого вида результаты дали промысловые исследования определения среднепластовой функции.
44. К какой функции близка среднепластовая функция $\Psi(S)$.
45. В каких случаях применимы двухпараметрические зависимости при определении проницаемости для фаз газированной жидкости.

АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Чем характеризуется коэффициент несовершенства скважины
2. От какого показателя зависит коэффициент совершенства, если скважина несовершенна по степени вскрытия пласта и как он определяется
3. От чего еще зависит коэффициент совершенства скважины, если пласт вскрывается при помощи стреляющих перфораторов – пулевых, беспулевых (кумулятивных) и т.п.

Вопросы к экзамену

1. Подземная гидромеханика – теоретическая основа разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений.
2. Важнейшие этапы развития подземной гидромеханики.
3. Явление фильтрации.
4. Простейшие модели пористой среды (ОПК-4).
5. Пористость и просветность.
6. Фиктивный грунт и переход от него к естественному грунту (ОПК-1).
7. Эффективный диаметр и способы его определения.
8. Скорость фильтрации. Закон Дарси.
9. Проницаемость пористой среды. Число Слихтера.
10. Границы применимости закона Дарси к явлениям фильтрации.
11. Число Рейнольдса.
12. Формулы общего закона фильтрации.
13. Классификация трещиноватых пластов. Параметры трещиноватости.
14. Проницаемость пласта.

15. Границы применимости закона Дарси в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах
16. Одномерный фильтрационный поток.
17. Потенциальное движение.
18. Уравнение состояния жидкости, газа в пористой среде.
19. Коэффициенты объемной упругости жидкости и пласта.
20. Общие дифференциальные уравнения простейших одномерных потоков при нелинейном законе фильтрации.
21. Потенциальное движение одномерной несжимаемой жидкости.
22. Пьезометрическая линия, индикаторная линия и изобары.
23. Поток одномерной несжимаемой жидкости в деформируемом трещиноватом пласте.
24. Поток идеального газа в деформируемом трещиноватом пласте.
25. Особенности фильтрационного потока в деформируемом трещиноватом пласте в условиях нелинейного закона фильтрации.
26. Дифференциальное уравнение установившегося движения несжимаемой жидкости со свободной поверхностью в пласте, имеющем непроницаемую подошву.
27. Дебит и индикаторная диаграмма для потока жидкости со свободной поверхностью.
28. Понятие о методе исследования плоского потока.
29. Фильтрационный поток жидкости от нагнетательной скважины к эксплуатационной.
30. Плоский поток, если в полубесконечном и круглом пластах расположена одна скважина.
31. Влияние на производительность скважины формы внешнего контура пласта.
32. Взаимодействие скважин кольцевой батареи.
33. Количественная оценка эффекта взаимодействия скважин.
34. Интерференция скважин.
35. Прямолинейная батарея скважин.
36. Совместное действие нескольких эксплуатационных и нагнетательных батарей.
37. Влияние радиуса скважины на ее производительность.
38. Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока в прямолинейной декартовой системе координат.
39. Обобщенная форма закона Дарси.
40. Уравнение потенциального движения.
41. Уравнение неразрывности фильтрационного потока в трещиновато-пористом и трещиноватом пластах (ОПК-4).

Образец билета для экзамена
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

Институт нефти и газа специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных
месторождений» семестр _____

Дисциплина «Подземная гидромеханика»

Билет № 1

1. Важнейшие этапы развития подземной гидромеханики

2. Границы применимости закона Дарси к явлениям фильтрации

3. Поток одномерной несжимаемой жидкости в деформируемом трещиноватом
пласте

Утверждаю:

«__» _____ 201__ г.

Зав. кафедрой _____

Текущий контроль

Определение коэффициента Дарси

Коэффициент Дарси следует определить для условий ламинарного и турбулентного режимов фильтрации течения жидкости по стволу скважин, входящих в кольцевую батарею. Смена режима движения жидкости наступает при критическом значении числа Рейнольдса, равном 2320.

Для ламинарного движения жидкости соответственно число Рейнольдса меньше критического значения ($Re < 2320$), коэффициент Дарси при этом определяется по формуле Пуазейля (1):

$$\lambda_{тр} = \frac{64}{Re} \quad (1)$$

где Re число Рейнольдса, определенное по следующей формуле (2).

$$Re = \frac{v \cdot \rho \cdot d}{\mu}, \quad (2)$$

где v – скорость фильтрации равная $25 \cdot 10^{-3}$ м/с, ρ – плотность жидкости равная 850 кг/м^3 ,
 d – внутренний диаметр насосно-компрессорных труб 63 мм, μ – динамический
коэффициент вязкости жидкости $4 \cdot 10^{-3} \text{ н} \cdot \text{сек/м}^2$.

7.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли					
Знать: Основные требования и стандарты нефтегазовой и геотермальной отрасли, включая технические, экологические и экономические нормативы. Современные технологии и методы производства в нефтегазовом и термальном комплексе. Особенности организационной и нормативной среды в нефтегазовой отрасли. Основы научных методов исследования и анализа, применяемые в профессиональной деятельности.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, темы докладов, вопросы на зачет
Уметь: Анализировать задачи производственного и исследовательского характера с учётом отраслевых требований и условий.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Формулировать цели и задачи проектных и исследовательских работ в сфере нефтегазового и термального производства. Применять современные методы и технологии для решения практических производственных и исследовательских задач. Оценивать влияние принимаемых решений на эффективность производства и безопасность отраслевых процессов. Использовать результаты исследований для оптимизации технологических процессов и улучшения качества продукции.					
Владеть: Навыками систематизации и обработки информации, необходимой для решения профессиональных задач. Методиками постановки и проведения экспериментов, анализа полученных данных. Приёмами планирования и организации исследовательской и производственной деятельности. Технологиями подготовки отчётной и нормативной документации в рамках профессиональной	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

деятельности.					
ОПК-4. Способен использовать рациональные методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород					
знать: Основные методы и принципы математического и компьютерного моделирования природных и технических систем. Характеристики и особенности сплошных и разделённых сред, геологической среды и массива горных пород. Современные программные средства и инструменты для моделирования в нефтегазовой и геотермальной отраслях. Теоретические основы динамики горных пород и процессов тепло- и массопереноса..	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, темы докладов, вопросы на зачет
уметь: Выбирать и применять адекватные методы моделирования для решения задач, связанных с природными и техническими системами. Построить модели процессов в геологической среде и массиве горных пород с учётом их физических и механических свойств.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Выполнять численное моделирование процессов теплообмена, фильтрации и деформации в сплошных и разделённых средах. Анализировать и интерпретировать результаты моделирования для принятия инженерных решений. Использовать специализированное программное обеспечение для моделирования геотермальных и нефтегазовых систем.					
владеть: Навыками разработки и реализации моделей процессов в программных пакетах (например, ANSYS, COMSOL Multiphysics, Eclipse, Petrel и др.). Приёмами верификации и валидации моделей для обеспечения их достоверности и точности. Технологиями интеграции моделирования с практическими задачами проектирования и оптимизации. Методиками документирования и представления результатов моделирования.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) 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. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ Савинкова, Л. Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. Д. Савинкова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 171 с. — 978-5-7410-1775-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78812.html>
4. 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>
5. 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>

б) дополнительная литература:

1. 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>
2. 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>
3. 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 «Подземная гидромеханика»

1. Перечень материально-технических средств учебной поточной аудитории для чтения лекций: Компьютер стационарный, переносной; Комплект электропитания типа ЩЭ (220 В, 2 кВт) в комплекте с УЗО; Видеопроектор; Мультимедийный проектор; Экран настенный; Коммутационный комплект для проектора; DVD-плеер; Усилитель; Микрофоны, Звуковая колонка.
2. Телевизионная студия, оснащённая телесъёмочным оборудованием (подготовка учебных фильмов): Камеры стационарные; Камеры переносные; Микрофоны; Световое оборудование (потолочное/напольное); LED телевизоры/панели.
3. Перечень материально-технических средств учебного помещения для проведения практических и семинарских занятий: Компьютеры стационарные, персональные, мониторы; Мультимедийный портативный переносной проектор; Экран на треноге, экран подвесной; Видеомагнитофон; Принтеры, МФУ типа HP или аналоги; Сканеры типа AGFA или аналоги; Сетевое оборудование для организации работы в компьютерном классе; Соответствующее лицензионное программное обеспечение, учитывающее специфику базовых и вариативных дисциплин специализаций. При чтении лекций используется экран и монитор.

Составители:

к.т.н., доцент кафедры "БРЭНГМ"

/Р.Х. Моллаев/

к.т.н., доцент кафедры «БРЭНГМ»

/Н.Д. Булчаев/

ст. преп кафедры «БРЭНГМ»

/А.А. Умаев/

Согласовано:

Зав. кафедрой «Бурение, разработка и
эксплуатация нефтяных и
газовых месторождений (БРЭНГМ) к.т.н., доцент

/А.Ш. Халадов/

Директор ДУМР ГГНТУ, к.ф-м.н., доцент

/М.А. Магомаева/