

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Подземная гидромеханика»

Направление подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль)
«Эксплуатация и обслуживание объектов добычи газа, газоконденсата и подземных хранилищ»

Квалификация
Бакалавр

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; приобретения практических навыков в выполнении расчетов в прикладных задачах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору из части профессионального цикла. Для изучения курса **требуется знание о:** пористости, проницаемости, физико-химических свойства флюидов и основных физических законов.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является **предшествующей** дисциплиной для курсов: «Добыча газа», «Эксплуатация газовых скважин», «Разработка и эксплуатация газовых, газоконденсатных месторождений», «Контроль и регулирование процессов извлечения нефти и газа».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

ПК-1 - способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

Знать:

- основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий,

Уметь:

- при взаимодействии с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректировать технологические процессы с учетом реальной ситуации,

Владеть:

- навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов

ПК-2 - Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

Знать:

- назначение, правила эксплуатации и ремонта нефтегазового оборудования;

- принципы организации и технологии ремонтных работ, методы монтажа, регулировки и наладки оборудования.

Уметь:

- анализировать параметры работы технологического оборудования;

- разрабатывать и планировать внедрение нового оборудования.

Владеть:

- методами диагностики и технического обслуживания технологического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда.

ПК-11 - Способность выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

Знать:

- технику и технологию проведения проектирования технологических процессов, технологические комплексы, используемые на производстве, в частности системы диспетчерского управления, геолого-технического контроля и т.д., стандартные компьютерные программы для расчета технических средств и технологических решений;

Уметь:

- анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в нефтегазовой отрасли;

Владеть:

- навыками проектирования отдельных разделов технических и технологических

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.	Семестр
		4
	ОФО	ОФО
Контактная работа	48/1,33	48/1,33
В том числе:		
Лекции	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	31/0,86	31/0,86
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (всего)	60/1,66	60/1,66
В том числе:		
Реферат	10/0,28	10/0,28
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы</i>		
Темы для самостоятельного изучения	40/1,11	40/1,11
Подготовка к лабораторным работам		
Подготовка к практическим занятиям	10/0,28	10/0,28
Вид отчетности	зач.	зач.
Общая трудоемкость дисциплины	Часов	108
	Зач. ед.	3

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	ОФО	ОФО
1	Фазовые состояния углеводородных систем	2	-	2
2	Элементы теории фильтрации	3	5	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	6	8
7	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости или газа в пористой среде	2	8	10
8	Общие дифференциальные уравнения подземной гидромеханики	2	-	2

5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	Подземная гидромеханика – теоретическая основа разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Важнейшие этапы её развития.
2	Элементы теории фильтрации	Явление фильтрации. Простейшие модели пористой среды. Пористость и проницаемость. 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.
3	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
4	Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде	Одномерный фильтрационный поток. Потенциальное движение. Уравнение состояния жидкости, газа 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.
5	Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	Поток одномерной несжимаемой жидкости в деформируемом трещиноватом пласте. Поток идеального газа в деформируемом трещиноватом пласте. Особенности фильтрационного потока в деформируемом трещиноватом пласте в условиях нелинейного закона фильтрации.
6	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.
7	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости или газа 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.

8	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 предусмотрены)

5.4 Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Элементы теории фильтрации	Закон Дарси
2	Простейшие задачи одномерного потока в пористой среде	Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости
3	Одномерный поток в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах	Поток жидкости в пласте с неоднородной проницаемостью
4	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью
5	Фильтрационный поток жидкости со свободной поверхностью	Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной
6	Плоский установившийся нерадиальный поток жидкости или газа в пористой среде	Количественная оценка эффекта взаимодействия скважин

6 Самостоятельная работа студентов по дисциплине

6.1 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. 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

6.2 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

1. 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>
2. 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>

7. Оценочные средства

7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Что изучает дисциплина «Подземная гидромеханика».
2. Когда кем и было заложено развитие подземной гидравлики.
3. Кем были в первые 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 наряду 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. Как называют самые большие пустоты взаимодействие жидкости, со стенками которых частично влияет на её влияние
10. Какую среду представляет собой твердое тело, содержащие поры, такие как песок, песчаник, известняк
11. Какую среду представляет собой твердого тела если внутри него возникли трещины.
12. Как называется модель пористой среды, построенная на основе допущения, что все поры – узкие цилиндры, расположенные параллельно друг другу.
13. Как называется модель пористой среды, построенная на основе допущения, что все зерна представлены в виде множества шарообразных частиц одинакового диаметра.
14. Какой из параметров является одним из важнейших, характеризующим пористую среду.
15. Что называется отношение объема пор τ_n ко всему данному объему пористой среды τ .
16. В каких единицах измеряется пористость.
17. Какой еще параметр служит, кроме пористости, для пористой среды.

18. Что называется отношение просветной площади (площади проходов) в некотором сечении пористой среды F_p ко всей площади этого сечения F .
19. Что вывел Ч. Сликтер для пористого фиктивного грунта, исходя из простых геометрических соображений.
20. Какого значения достигает пористость фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 60$
21. Какого значения достигает пористость фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 90$
22. Какого значения достигает просветность фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 60$
23. Какого значения достигает пористость фиктивного грунта при укладке шаров под углом $\alpha = 90$
24. Как называют абсолютную пористость и фиктивную пористость в природных или искусственных материалах
25. 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.
26. С помощью какого анализа находится эффективный диаметр частиц фиктивного грунта, при котором определяется групповые показатели состава грунта и процентное содержание отдельных фракций.
27. Что строят после просеивания грунта через специальный набор сит с различной площадью отверстий.
28. Перечислите два способа для вычисления эффективного диаметра
29. Что есть свойство пористой среды пропускать через себя жидкость, газ и газожидкостную смесь под воздействием приложенного перепада давления.
30. 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.

7.2 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 $\frac{\partial}{\partial x}(\rho v_x)zdt$, $\frac{\partial}{\partial y}(\rho v_y)zdt$, $\frac{\partial}{\partial z}(\rho v_z)zdt$ 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 $div(\rho \vec{v})$.
16. С помощью какого оператора иногда записывают закон Дарси, выражая $grad p$.
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 $\phi(x, y) = C$, а другая семейству кривых $\psi(x, y) = C$
20. Что образуют два семейства кривых в основной плоскости течения.
21. Какому уравнение удовлетворяют функции $\phi(x, y)$ 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 совершенно 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 водится из вне.
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.

7.3 Вопросы к зачету

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.
5. Пористость и просветность.
6. Фиктивный грунт и переход от него к естественному грунту.
7. Эффективный диаметр и способы его определения.
8. Скорость фильтрации. Закон Дарси.
9. Проницаемость пористой среды. Число Слехтера.
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.

Образец билета по зачету

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

Институт нефти и газа профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» семестр _____

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):

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

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 $4 \cdot 10^{-3} \text{ н} \cdot \text{сек/м}^2$.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

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>

б) дополнительная литература:

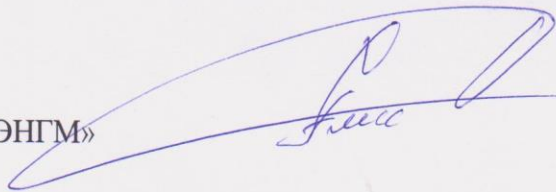
1. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
2. Пономарева Г.А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пономарева Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>.— ЭБС «IPRbooks»

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины «Подземная гидромеханика»

1. Перечень материально-технических средств учебной поточной аудитории для чтения лекций: Компьютер стационарный, переносной; Комплект электропитания типа ЦЭ (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.

Составитель:

Ст. преп. кафедры «БРЭНГМ»



/И.И. Алиев/

Согласовано:

Зав. кафедрой «БРЭНГМ», к.т.н., доцент



/А.Ш.Халадов/

Директор ДУМР ГГНТУ, к.ф.-м.н., доцент



/М.А. Магомаева/