

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Маркис Шварцович

Должность: Ректор

Дата подписания: 03.11.2018 16:49:15

Уникальный программный ключ:

имени академика М.Д. Миллионщика

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ГГНТУ

И.Г.Гайрабеков

«23» 07 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Подземная гидромеханика»

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль)

«Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки - 2022

Грозный – 2022

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. 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		
ПК-9 Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-9.1-знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли; ПК-9.2-умеет планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы; ПК-9.3-имеет навыки использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	знать: вскрытие нефтяных пластов и оборудование забоев скважин, освоение скважин, вызов притока нефти, способов эксплуатации скважин, физических процессов подъема продукции из скважин на поверхность, основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования промыслового контроля и регулирования извлечения углеводородов на суше и на море.

уметь:

использовать полученные знания в практической деятельности инженеров в области исследовании нефтяных скважин и пластов, подготовке к эксплуатации и освоению нефтяных скважин, методов увеличения продуктивности скважин, технологии методов повышения нефтеотдачи пластов при принятии решений выбора рациональных способов эксплуатации скважин при том или ином методе повышения нефтеотдачи.

знать:

вскрытие нефтяных пластов и оборудование забоев скважин, освоение скважин, вызов притока нефти, способов эксплуатации скважин, физических процессов подъема продукции из скважин на поверхность, основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования промыслового контроля и регулирования извлечения углеводородов на суше и на море.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестр	
			4	3
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа	48/1,33	12/0,33	48/1,33	12/0,33
В том числе:				
Лекции	16/0,44	4/0,11	16/0,44	4/0,11
Практические занятия (ПЗ)	32/0,88	8/0,22	32/0,88	8/0,22
Лабораторные работы (ЛР)				
Самостоятельная работа (всего)	60/1,66	96/2,66	60/1,66	96/2,66
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	40/1,11	66/1,83	40/1,11	66/1,83
Подготовка к лабораторным работам		10/0,28		10/0,28
Подготовка к практическим занятиям	10/0,28	10/0,28	10/0,28	10/0,28
Вид отчетности	зач.	зач.	зач.	зач.
Общая трудоемкость	Часов	108	108	108
дисциплины	Зач. ед.	3	3	3

5 Содержание разделов дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ 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 4

№ 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 просветность. Фиктивный грунт и переход от него к естественному грунту. Эффективный диаметр и способы его определения. Скорость фильтрации. Закон Дарси. Проницаемость пористой среды. Число Слихтера. 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 5

№ 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., С: 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 и кем 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. Слихтер 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 определяются 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.

Образец аттестационного билета

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 и 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 $\frac{\partial}{\partial_x}(\rho v_x) \pi dt$,

$\frac{\partial}{\partial_y}(\rho v_y) \pi dt$, $\frac{\partial}{\partial_z}(\rho v_z) \pi dt$ 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 $\operatorname{div}(\rho \vec{v})$.
16. С помощью какого оператора иногда записывают закон Дарси, выражая $\operatorname{grad} p$.
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 уравнение удовлетворяют функции $\varphi(x, y)$ и $\psi(x, y)$.
22. Как называются 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 несовершена 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.

Образец аттестационного билета

АТТЕСТАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Чем характеризуется коэффициент несовершенства скважины
2. От какого показателя зависит коэффициент совершенства, если скважина несовершена 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 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 колцевой 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. Миллионщика

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.

Зас. кафедрой _____

7.4 Текущий контроль

Образец задания

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).

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

где ν – 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 $4 \cdot 10^{-3}$ н·сек/м 2 .

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

Таблица 6

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)	
ПК-9. Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности					
Знать: методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	
Уметь: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Владеть: навыками использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению**:

- **для слепых**: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих**: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху**:

- **для глухих и слабослышащих**: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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., С: 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>
3. 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>
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>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебник/ Петраков Д.Г., Мардашов Д.В., Максютин А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 526 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71703.html>.
6. Ливинцев П.Н. Разработка нефтяных месторождений [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Ливинцев П.Н., Сизов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63127.html>.
7. Данилов А.А., Автоматизированные газораспределительные станции [Электронный ресурс] / Данилов А.А. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 544 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083059.html>.
8. Применение поверхностно-активных веществ в процессах подготовки и транспортировки нефти [Электронный ресурс]: монография/ Н.Ю. Башкирцева [и др].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62245.html>.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Подземная гидромеханика»

Для проведения лекции пользуются плакатами, макетами (действующая модель - фонтанная арматура, станок-качалка) и оборудования.

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

В лаборатории содержатся электронные версии лекций методических указаний к выполнению практических заданий.

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/