

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(475) Подземная гидромеханика

Направление подготовки (специальность): **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность: **профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);**

Трудоемкость дисциплины: **5 з.е. (180час)**

Октябрьский 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям):

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям):

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Часть, формируемая участниками образовательных отношений;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
4	5	180	78	102	экзамен;
ИТОГО:	5	180	78	102	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
1	Обеспечение плановых и безопасных условий эксплуатации оборудования для добычи нефти и газа путём оценки режима эксплуатации оборудования, способов изменения режимов эксплуатации и контроля результатов выполненных работ	ПК-2-

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-2	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	З(ПК-2)	Знать: законы фильтрации нефти, газа и воды; основные формулы притока жидкости и газа к галерее и скважине;
		У(ПК-2)	Уметь: решать задачи с линейным и нелинейным законами фильтрации; выполнять расчеты установившейся фильтрации жидкости и газа в неоднородном пласте; решать задачи установившейся филь-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			трации сжимаемой жидкости и газа в пористом, трещиновато-пористом пласте
		В(ПК-2)	Владеть: методами лабораторного исследования объектов; навыками интерпретации результатов гидродинамических исследований

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	78				78								
лекции (всего)	28				28								
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	20				20								
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	24				24								
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	6				6								
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	102				102								
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	35				35								
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	44				44								
подготовка к сдаче зачета, экзамена	23				23								
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	180				180								

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обу- чения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Законы фильтрации нефти, газа и воды	4	8	4	8	38	58	З(ПК-2) У(ПК-2) В(ПК-2)
2	Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	4	10	8	8	32	58	З(ПК-2) У(ПК-2)
3	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	4	10	8	8	32	58	З(ПК-2) У(ПК-2) В(ПК-2)
ИТОГО:			28	20	24	102	174	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	Введение. Подземная гидромеханика; содержание и значение курса для теории разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Основные этапы развития подземной гидромеханики. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии науки и становлении учебной дисциплины.	4		
2	1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	Особенности процесса фильтрации и ее теоретических основ. Основные фильтрационные характеристики пористой среды; коэффициенты пористости и проницаемости, эффективный диаметр частиц грунта. Скорость фильтрации и действительная скорость движения жидкости; связь между ними. Линейный закон фильтрации Дарси; коэффициенты фильтрации и проницаемости; связь между ними. Дифференциальная форма закона Дарси.	4		
3	2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	Основные исходные положения при составлении и интегрировании дифференциальных уравнений изотермической фильтрации нефти и газа. Дифференциальные уравнения движения жидкости и газа для изотропного пласта (на основе закона Дарси). Дифференциальные уравнения в случае двучленного закона фильтрации и при фильтрации неньютоновских жидкостей с предельным градиентом. Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока, случай наличия источников или стоков, выделяющих или поглощающих флюид.	5		
4	2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	Уравнения состояния капельной жидкости при установившейся и неуставившейся фильтрации (зависимость плотности жидкости от давления). Уравнения состояния идеального (совершенного) газа при изотермической фильтрации, случай реального газа. Зависимость вязкости нефти и газа от давления (по экспериментальным данным). Изменение коэффициента пористости пласта при изменении пластового давления флюиде (при постоянном горном движении).	5		
5	3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	Дифференциальные уравнения установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси (уравнение Лапласа). Свойства решений этого уравнения. Одномерный фильтрационный поток и его разновидности. Прямолинейно-параллель-	5		

		ный фильтрационный поток и его характеристики (распределение давления в пласте, градиент давления, объемный расход жидкости). Плоскорадиальный фильтрационный поток, уравнение фильтрации Лапласа в полярных координатах и его решение (распределение давления в пласте, градиент давления, скорость фильтрации). Определение дебита одиночной скважины при плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости (формула Дюпюи)			
6	3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	Графическое представление зависимости дебита скважины от перепада давления на скважине по формуле Дюпюи (индикаторная диаграмма). Коэффициент продуктивности скважины и его определение по индикаторной диаграмме. Определение значений гидропроводности пласта и его коэффициента проницаемости по коэффициенту продуктивности. Построение и обработка индикаторной диаграммы при гидродинамическом исследовании скважины методом установившихся отборов.	5		
-	-	ИТОГО:	28		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	1	Исследование установившейся плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости в неоднородной пористой среде выполнение лабораторных работ	8		
2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	2	Исследования одномерной установившейся фильтрации несжимаемой жидкости в однородной пористой среде выполнение лабораторных работ	8		
3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	3	Исследование установившейся плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости в неоднородной пористой среде выполнение лабораторных работ	8		
-	-	ИТОГО:	24		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	1	Расчет скорости фильтрации и дебита по закону Дарси командное решение задач	4		
2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	2	Расчет основных характеристик фильтрационного потока командное решение задач	8		
3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	3	Расчет основных фильтрационных характеристик одномерных потоков несжимаемой жидкости командное решение задач	8		
-	-	ИТОГО:	20		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	подготовка к сдаче зачета, экзамена	11		
1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	15		
1-Законы фильтрации нефти, газа и воды	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	12		
2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	подготовка к сдаче зачета, экзамена	7		
2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	13		
2-Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	12		
3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	подготовка к сдаче зачета, экзамена	5		
3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	16		
3-Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	11		
-	ИТОГО:	102		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Законы фильтрации нефти, газа и воды

Законы фильтрации нефти, газа и воды

Раздел 2. Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов

Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов

Раздел 3. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости

Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
Дистанционное обучение	http://do.rusoil.net/

Журнал "Rogtec - Российские нефтегазовые технологии"	http://www.rogtecmagazine.com
Журнал "Бурение и нефть".	http://www.burneft.ru
Журнал "Нефтегазовое дело"	http://www.ogbus.ru
Журнал "Нефтегазовые технологии"	https://neftegaz.ru/
Информационный портал компании "Газпром".	http://www.gazprom.ru
Электронный каталог УГНТУ в интернете	http://www.bibl.rusoil.net/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	1-102	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиатура Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Вu(4)); Компьютер в сборе (жест. диск 3,5, мат. плата, монитор ACER, опер. память, проц, клавиатура, мышь)(1); Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
2	1-125	Микшер-усилитель мощности двухканальный 2*80 Вт(1); Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768)(1); Акустическая система; Ноутбук ASUS K50IJ N3000 ; Проектор Toshiba; Универсальное потолочное крепление для проектора; Экран на штативе; Экран настенный; Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
3	1-126	Радиосистема двойная вокальная(1); 2-х полосный потолочный громкоговоритель 1*6,5", 1*1"; Кабель Krame (Вилка-Вилка) высокого разрешения 30,5м; Микшер-усилитель мощности двухканальный 2*80 Вт; Мультимедийный проектор Epson EB-1830 (1024*768); Ноутбук ASUS K50IJ T3100/2G/250G/DVD-SMulti 15.6 HD; Радиосистема двойная вокальная; Универсальное потолочное крепление для проектора; Экран настенный 305*229; Учебно-наглядные пособия по дисциплине, набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

4	1-301	Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(1);Принтер лазерный HP Laser Jet Pro M404n(1);Виртуальные лабораторные работы;Информационные стенды - 10 шт.;Компьютер в комплекте Cel E3200, 1024/1690/DVD - 6 шт.;Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
5	1-310	IP-камера KCM-3911(1);Автоматизированная система обучения "Насосная эксплуатация скважин "(1);Виртуальный лабораторный стенд (ПО на CD-диске) "Технические измерения"(1);Интерактивный комплекс Lumien LMP8604MLRU(1);Коммутатор D-Link(1);Компьютер в комплекте (системный блок Stone,монитор Samsung, мышь,клавиатура Log(15);Компьютер в комплекте CoreDuo (монит 19" BenQ ,клав Genius.мышь.)(13);МФУ лазерный HP LaserJet Pro MFP M28a RU A4 белый(1);Мобильная стойка для телевизора Onkron TS2080(1);Ноутбук HP 15-dw104Bur, 15, IPS, Intel Pentium Gold640 SU 2.4ГГц,WINDOWS 10, 22N(1);Сервер моделирования (блок процессора, монитор 24", клавиатура, мышь)(1);Системный блок CPU Intel Socket 1155 Core(1);Тренажер-имитатор АМТ-411 /учебный класс/(1);Информационные плакаты - 20 шт.;Комплект: ноутбук, проектор;Экран;Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
6	1-315	Колбонагреватель LT-500**(1);Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(1);Ноутбук Acer Aspire 17,3"(1);Ноутбук Lenovo V320-17IKB Core i 7130U/4Gb/500Gb/DVD-RW/Intel HD Graphics 620/17(1);Ноутбук-трансформер Lenovo Yoga 530-14ARR81H90006RU(1);Цифровой стереоскопический микроскоп Motic DMW-143-N2GG(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
7	1-316	Интерактивная система Panasonic Elite Panaboard Vivitek D525ST(1);Компьютер в сборе USN Business SL i5 500GB(5);Компьютер - 14 шт.;Столы, стулья	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
8	1-321	IP-камера KCM-3911(6);Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1);Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1);Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1);Сервер INTEL(1);Сервер Intel(1);Сервер Кламас(1);Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1);Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии,свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	AVP Kaspersky Lab	Дата выдачи лицензии 18.01.2013
2	eLIBRARY.RU	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
3	IRAP RMS (ROXAR)	Дата выдачи лицензии 18.01.2013
4	Mathematica Standard Edition 9.0.0.0.0, RU	Дата выдачи лицензии 20.12.2012
5	Office Professional Plus 2010 MICROSOFT	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
6	Tempest (ROXAR)	Дата выдачи лицензии 18.01.2013
7	Windows Professional 7 Russian	Дата выдачи лицензии 07.03.2012
8	Windows Professional 8 Russian	Дата выдачи лицензии 16.12.2012

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (475) Подземная гидромеханикаНаправление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое делоНаправленность: профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»Форма обучения: очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	4			Квеско Б. Б. Подземная гидромеханика : учебное пособие / Б. Б. Квеско, Е. Г. Карпова. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 168 с.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Дополнительная литература	Для изучения теории;	4			Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (Гидравлика): учебник / А. Д. Гиргидов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 704 с.	1	http://www.znanium.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (475) Подземная гидромеханика

Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Форма обучения очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения практических занятий;	4			Подземная гидромеханика : учебно-методическое пособие к выполнению практических работ / сост. Л. В. Петрова, Р. Р. Хуснутдинова – Уфа: УГНТУ, 2021. – 709 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	4			Подземная гидромеханика: учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ / сост. Л. В. Петрова, Р. Р. Хуснутдинова. –Уфа: УГНТУ, 2021. – 860 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	4			Подземная гидромеханика: учебно-методическое пособие для выполнения самостоятельной работы / сост. Л. В. Петрова, Р. Р. Хуснутдинова. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 222 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

_____ В.Ш. Мухаметшин

27.06.2024

Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

(475) Подземная гидромеханика

Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность: профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений (РРНГМ);

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е. (180час)

Октябрьский 2024

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Законы фильтрации нефти, газа и воды	В(ПК-2)	методами лабораторного исследования объектов; навыками интерпретации результатов гидродинамических исследований	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	Демонстрирует умения выполнять расчеты с применением современных информационных систем	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
		З(ПК-2)	законы фильтрации нефти, газа и воды; основные формулы притока жидкости и газа к галерее и скважине;	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	Формулирует законы фильтрации жидкости и газа в пористых средах	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
		У(ПК-2)	решать задачи с линейным и нелинейным законами фильтрации; выполнять расчеты установившейся фильтрации жидкости и газа в	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	Выполняет расчеты по определению фильтрационных характеристик потока сжимаемой жидкости	Лабораторная работа Письменный и устный

			неоднородном пласте; решать задачи установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа в пористом, трещиновато-пористом пласте			опрос Расчетно-графическая работа Тест
2	Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов	З(ПК-2)	законы фильтрации нефти, газа и воды; основные формулы притока жидкости и газа к галерее и скважине;	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учетом режима работы пласта	Демонстрирует знания особенности процесса фильтрации в различных пористых средах	Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
		У(ПК-2)	решать задачи с линейным и нелинейным законами фильтрации; выполнять расчеты установившейся фильтрации жидкости и газа в неоднородном пласте; решать задачи установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа в пористом, трещиновато-пористом пласте	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учетом режима работы пласта	Объясняет вывод основных дифференциальных уравнений фильтрации жидкостей и газов	Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
3	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости	В(ПК-2)	методами лабораторного исследования объектов; навыками интерпретации результатов гидродинамических исследований	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учетом режима работы пласта	Применяет законы фильтрации и формулы при интерпретации результатов гидродинамических исследований скважин	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-

						графическая работа Тест
		З(ПК-2)	законы фильтрации нефти, газа и воды; основные формулы притока жидкости и газа к галерее и скважине;	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	Демонстрирует знания особенности процесса фильтрации в различных пористых средах	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест
		У(ПК-2)	решать задачи с линейным и нелинейным законами фильтрации; выполнять расчеты установившейся фильтрации жидкости и газа в неоднородном пласте; решать задачи установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа в пористом, трещиновато-пористом пласте	ПК-2.4 Способен прогнозировать изменение характеристики притока из пласта в скважину с учётом режима работы пласта	Выполняет расчеты фильтрационных характеристик потока в неоднородной среде	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Расчетно-графическая работа Тест

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной ме-	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если отчетная работа выполнена по содержанию и

		тодике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	и требования к их защите	оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если отчетная работа выполнена по оформлению в соответствии требований, но по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите даны неполные ответы на дополнительные вопросы оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если отчетная работа выполнена по оформлению в несоответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах и предоставленных данных, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если отчетная работа выполнена по оформлению в несоответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах и предоставленных данных, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы
2	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если даны полные и правильные ответы на теоретические вопросы. Оценивается умение использовать специальную терминологию, владение современной информацией, умение аргументировать отвечать и защищать свою позицию, вести дискуссию по обсуждаемым проблемам; использовать примеры из практики оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на все вопросы и дополнительные вопросы с незначительными неточностями в ответах и в аргументации практических примеров оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если отчетная работа выполнена по оформлению в несоответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах и предоставленных данных, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если даны отсутствует ответ на один из вопросов и на дополнительные вопросы. Ответы на вопросы изложены неполно и неточно без аргументации примерами из практики.
3	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач (заданий) темы (раздела) учебной дисциплины по зара-	Комплект заданий по вариантам для выполнения расчетно-графической работы.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа выполнена по содержанию и оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если

		нее определенной методике. Позволяет закрепить теоретические знания, выработать навыки практического выполнения расчетов, анализировать полученные результаты и делать выводы		работа выполнена по оформлению в соответствии требований, но по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите даны неполные ответы на дополнительные вопросы оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена по оформлению в соответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах и предоставленных данных, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена по оформлению и по содержанию в несоответствии требований. К защите не допускается
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены правильно, самостоятельно, ошибки отсутствуют, количество правильных ответов в тестовом задании 91-100% оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если правильно выполнена большая часть заданий, количество правильных ответов в тестовом задании 81-90% оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задания выполнены более чем наполовину, количество правильных ответов в тестовом задании 71-80% оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов в тестовом задании 70% и менее

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1. Подземная гидромеханика: содержание и значение курса для теории разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.
2. Основные этапы развития подземной гидромеханики.
3. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии науки и становлении учебной дисциплины.
4. Особенности процесса фильтрации и ее теоретических основ.
5. Основные фильтрационные характеристики пористой среды; коэффициенты пористости и просветности, эффективный диаметр частиц грунта.
6. Скорость фильтрации и действительная скорость движения жидкости; связь между ними.
7. Линейный закон фильтрации Дарси; коэффициенты фильтрации и проницаемости; связь между ними. Дифференциальная форма закона Дарси.
8. Основные исходные положения при составлении и интегрировании дифференциальных уравнений изотермической фильтрации нефти и газа.
9. Дифференциальные уравнения движения жидкости и газа для изотропного пласта (на основе закона Дарси).
10. Дифференциальные уравнения в случае двучленного закона фильтрации и при фильтрации неньютоновских жидкостей с предельным градиентом.
11. Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока, случай наличия источников или стоков, выделяющих или поглощающих флюид.
12. Уравнения состояния капельной жидкости при установившейся и неуставившейся фильтрации (зависимость плотности жидкости от давления).
13. Уравнения состояния идеального (совершенного) газа при изотермической фильтрации, случай реального газа.
14. Зависимость вязкости нефти и газа от давления (по экспериментальным данным).
15. Изменение коэффициента пористости пласта при изменении пластового давления флюиде (при постоянном горном движении).
16. Дифференциальные уравнения установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси (уравнение Лапласа).
17. Свойства решений этого уравнения.
18. Одномерный фильтрационный поток и его разновидности.
19. Прямолинейно- параллельный фильтрационный поток и его характеристики (распределение давления в пласте, градиент давления, объемный расход жидкости).
20. Плоскорадиальный фильтрационный поток, уравнение фильтрации Лапласа в полярных координатах и его решение (распределение давления в пласте, градиент давления, скорость фильтрации).
21. Определение дебита одиночной скважины при плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости (формула Дюпюи).
22. Графическое представление зависимости дебита скважины от перепада давления на скважине по формуле Дюпюи (индикаторная диаграмма).
23. Коэффициент продуктивности скважины и его определение по индикаторной диаграмме.
24. Определение значений гидропроводности пласта и его коэффициента проницаемости по коэффициенту продуктивности.
25. Построение и обработка индикаторной диаграммы при гидродинамическом исследовании скважины методом установившихся отборов.

Билет № 1

по дисциплине «Подземная гидромеханика»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

1. Основные этапы развития подземной гидромеханики.
2. Зависимость вязкости нефти и газа от давления (по экспериментальным данным).

Лектор

Заведующий кафедрой РРНГМ

Л.В.Петрова

В.Ш. Мухаметшин

Примеры ответов на устном и письменном опросе:

1. Основные этапы развития подземной гидромеханики.

Различают два основных этапа развития подземной гидромеханики : первый охватывает середину 19 в. -начало 20х годов 20 в. , связан с гидротехническим строительством и ирригацией, второй этап - связан с бурным научно-техническим прогрессом и развитием нефтегазовой промышленности.

2. Понятие об одномерных фильтрационных потоках.

К простейшим одномерным задачам относятся такие, в которых надлежащим выбором системы координат можно сделать так, что фильтрационные характеристики (скорость, давление и т.д.) будут функциями только одной координаты. Одномерные фильтрационные потоки обладают различной симметрией. В зависимости от симметрии фильтрационного потока различают прямолинейно-параллельное, плоскорадиальное и радиально-сферическое течение.

3. Коэффициент продуктивности скважины и его определение по индикаторной диаграмме.

Отношение дебита скважины Q к перепаду давления Δp называется коэффициентом продуктивности скважины K . Определяется как тангенс угла наклона индикаторной диаграммы.

Расчетно-графическая работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Petrova13995.pdf

Задача 1

В пласте с удаленным контуром питания работают две добывающие скважины, дебиты которых равны Q_1 и Q_2 соответственно. Определить скорость фильтрации в точках, которые отстоят от первой скважины на расстояние r_1 , а от второй скважины на r_2 , и найти застойную точку, скорость фильтрации в которой равна нулю, если известно, что расстояние между скважинами равно $2r$, а толщина пласта h .

Задача 2

Круговой нефтяной пласт радиусом R_k , проницаемостью k и толщиной h эксплуатируется семью скважинами радиусом r_c , из которых шесть расположены в вершинах правильного шестиугольника со стороной R , а одна в центре. Определить дебиты скважин, если известно, что скважины работают с одинаковым забойным давлением P_c , давление на контуре питания (пластовое давление) равно P_k и коэффициент динамической вязкости нефти μ .

Задача 3

В центре кругового пласта радиусом R_k , проницаемостью k и толщиной h расположена добывающая скважина радиусом r_c , гидродинамически не совершенная по характеру вскрытия. Определить приведенный радиус, дебит и коэффициент совершенства скважины, если известны: число перфорационных отверстий на погонный метр толщины пласта – n , диаметр отверстий – d_0 , глубина проникновения пуль в пласт – L , коэффициент динамической вязкости нефти – μ , давление на

контуре питания (пластовое давление) - P_k и давление у стенки (на забое) скважины - P_c .
 Указание: для определения коэффициента дополнительного сопротивления за счет несовершенства скважины по характеру вскрытия необходимо воспользоваться кривыми В.И. Щурова.

Задача 4

Имеется пласт неограниченно большого напряжения толщиной h , проницаемостью k и пористостью m . В пласт ввели добывающую скважину с постоянным начальным дебитом Q_0 . Определить понижение давления в пласте на расстоянии r_1 и r_2 от оси скважины через час после пуска ее в эксплуатацию, если известно, что коэффициент динамической вязкости фильтрующейся жидкости - η , коэффициент сжатия жидкости - $\beta_{ж}$, коэффициент сжатия пористой среды (пласта) - β_c .

Указание: при решении задачи необходимо воспользоваться основной формулой теории упругого режима. Для малых значений аргумента интегральной показательной функции можно использовать приближенную формулу.

Тест.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Номер:##475.1.1.1.1.0(1)

Задание: Наука, изучающая движение флюидов (жидкостей, газов и их смесей) в пористых и трещиноватых горных породах, называется

Ответы:

- подземная гидромеханика
- геомеханика
- геофизика
- гидрогеология
- нет правильного ответа

Номер:##475.1.1.1.2.1.0(1)

Задание: Самыми малыми пустотами в горных породах являются

Ответы:

- субкапилляры
- поры
- каверны
- капилляры
- трещины

Номер:##475.1.1.1.3.1.0(1)

Задание: Наиболее плотная упаковка шаров фиктивного грунта соответствует случаю, когда угол между центрами шаров составляет

Ответы:

- 60°
- 75°
- 30°
- 90°
- 45°

Номер:##475.1.1.1.4.1.0(1)

Задание: Коэффициент пористости фиктивного грунта, состоящего из шарообразных частиц, зависит от

Ответы:

- плотности их упаковки
- радиуса частиц

- типа породы
- диаметра частиц
- нет правильного ответа

Номер:##475.1.1.1.5.1.0(1)

Задание: Отношение площади поверхности пустотного пространства пористой среды ко всему объему пористой среды называется

Ответы:

- удельной поверхностью пор
- проницаемостью
- пористостью
- просветностью
- извилистостью

Номер:##475.1.1.1.6.1.0(1)

Задание: Основной характеристикой фильтрационного движения является

Ответы:

- скорость фильтрации
- гидравлический градиент
- коэффициент фильтрации
- расход жидкости
- перепад давления

Номер:##475.1.1.1.7.1.0(1)

Задание: По закону Дарси скорость фильтрации обратно пропорциональна

Ответы:

- динамической вязкости жидкости
- перепаду давления
- объёму образца
- градиенту давления
- температуре

Номер:##475.1.1.1.8.1.0(1)

Задание: Коэффициент проницаемости в системе СИ измеряется в

Ответы:

- м²
- м²/с
- м³
- м²/с
- м

Номер:##475.1.1.1.9.1.0(1)

Задание: Скорость фильтрации, при которой наступает нарушение закона Дарси называется

Ответы:

- критической
- предельной
- капиллярной
- динамической
- средней истинной

Номер:##475.1.1.1.10.1.0(1)

Задание: Размерность критерия Рейнольдса

Ответы:

- безразмерный
- $\text{м}^2/\text{с}$
- м^2
- $\text{м}/\text{с}$
- $\text{м}/\text{с}^2$

Все правильные ответы отмечены в первой строчке тестового задания.

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Petrova13996.pdf

- 1.6.1. Какой фильтрационный поток называется одномерным и установившемся?
 - 1.6.2. Каким дифференциальным уравнением описывается установившийся прямолинейно-параллельный фильтрационный поток.
 - 1.6.3. Какой закон распределения давления в пласте при такой фильтрации?
 - 1.6.4. Что называется градиентом давления?
 - 1.6.5. Как можно определить скорость фильтрации?
 - 1.6.6. Напишите формулу для определения коэффициента проницаемости пористой среды?
 - 1.6.7. Единица измерения коэффициента проницаемости в СИ, в смешанной и физической системах единиц измерения?
 - 1.6.8. Каковы соотношения между единицами измерения коэффициента проницаемости пористой среды?
 - 1.6.9. Как производится расчет погрешности определения коэффициента проницаемости пористой среды по результатам опытов?
-
- 2.6.1. Какие виды неоднородности пласта по проницаемости встречаются?
 - 2.6.2. Каков закон распределения давления в неоднородном пласте со скачкообразным изменением проницаемости вдоль потока при одномерной установившейся фильтрации несжимаемой жидкости?
 - 2.6.3. Как определяется проницаемость каждой из зон неоднородного пласта?
 - 2.6.4. Как определяется средний коэффициент проницаемости зонально- неоднородного пласта?
 - 2.6.5. Как производится расчет погрешностей определения коэффициентов проницаемостей отдельных зон и в среднем всего пласта?
-
- 3.6.1. Какое давление жидкости и газов в пласте называется плоскорадиальным?
 - 3.6.2. Каким дифференциальным уравнением описывается установившаяся плоскорадиальная фильтрация жидкости?
 - 3.6.3. Какому закону подчиняется распределение давления при установившейся плоскорадиальной фильтрации жидкости в круговом пласте?
 - 3.6.4. Что выражает формула Дюпюи?
 - 3.6.5. Что понимается под коэффициентом продуктивности скважины и как он определяется?
 - 3.6.6. Что понимается под гидропроводностью пласта?
 - 3.6.7. Каковы причины различия коэффициентов проницаемости породы, определенных по керну и по коэффициенту продуктивности скважины?