



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра геологии нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

 С.П. Прими́на

« 26 » марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины Б1.В.1.02 Физика нефтяного и газового пласта с основами подземной гидромеханики

Специальность 21.05.02 Прикладная геология

Специализация Геология месторождений нефти и газа

Квалификация выпускника - Горный инженер-геолог

Форма обучения заочная

Согласовано с УМК геологического факультета Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7 от «26» марта 2021 г.

Председатель
Летунов С.П.



Протокол № 7
От «26» марта 2021 г.

Зав. кафедрой

Прими́на С.П.



Иркутск 2021 г.

Содержание

стр.

- I. Цели и задачи дисциплины (модуля)
- II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
- III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
- IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)
 - 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
 - 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
 - 4.3 Содержание учебного материала
 - 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
 - 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов
 - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
- V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - а) перечень литературы
 - б) периодические издания
 - в) список авторских методических разработок
 - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
 - 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:
 - 6.2. Программное обеспечение:
 - 6.3. Технические и электронные средства обучения:
- VII. Образовательные технологии
- VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

I. Цели и задачи дисциплины:

Цели:

Освоить методы изучения физических характеристик керна и флюида глубоких скважин. Освоение студентами основ механики сплошной среды при фильтрации флюидов через пористую среду горных пород.

Задачи:

- Способы изучения физических свойств горных пород – коллекторов нефти и газа;
- Исследование физических свойств флюидов, насыщающих горные породы;
- Изучить процессы взаимодействия на границе сред: горная порода – флюид в различных термобарических условиях.
- Подобие лабораторных и промысловых исследований;
- Определение оптимальной экономической целесообразности конечной нефтегазоотдачи пласта;
- Построение теоретических моделей фильтрации, подобных естественным.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.1.02 Физика нефтяного и газового пласта с основами подземной гидромеханики относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математика», «Физика», «Литология», «Химия», «Механика».

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Специфика бурения нефтяных и газовых скважин в Восточной Сибири», «Нефтегазопромысловая геология», «Нефтепромысловое оборудование», «Основы разработки месторождений нефти и газа», «Технология разведочного и эксплуатационного бурения»

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данной специальности 21.05.02 Прикладная геология:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-1</i> <i>Способен осуществлять сбор, анализ, интерпретацию, систематизацию и обобщение геолого-геофизической, геохимической и промысловой информации</i>	<i>ИДК ПК1.2</i> <i>Проводит обработку и интерпретацию геолого-геофизической, геохимической и промысловой информации</i>	Знать: методы изучения физических свойств горных пород-коллекторов нефти и газа и насыщающих их флюидов; Уметь: использовать полученную информацию при подсчете запасов углеводородов и разработке месторождений;

		Владеть: способами обработки и исследования керна на скважинах.
<i>ПК-2</i> Способен самостоятельно или в составе производственного коллектива осуществлять сбор и анализ данных для составления отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ или исследований	<i>ИДК_{ПК2.2}</i> Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ	Знать: основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, - основные законы естественно-научных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей;
<i>ПК-3</i> Способен в составе производственного коллектива и самостоятельно вести мониторинг и контроль эксплуатации действующего фонда скважин месторождения, применить навыки анализа динамики добычи углеводородного сырья	<i>ИДК_{ПК3.2}</i> Осуществляет частично или в полном объеме мониторинг и контроль эксплуатации действующего фонда скважин месторождения	Владеть: современными методами обработки КВД, КП, ИК.
	<i>ИДК_{ПК3.3}</i> Применяет навыки анализа динамики добычи углеводородного сырья для оптимизации производственного процесса	Знать: - принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов; Уметь: - использовать основы логистики, применительно к нефтегазовому предприятию, когда основные технологические операции совершаются в условиях неопределенности;
<i>ПК-4</i> Способен разработать мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья, формировать предложения по внедрению передовых технологий в работе оборудования скважины	<i>ИДК_{ПК4.2}</i> Разрабатывает мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья	Знать: методы математического моделирования в подземной гидромеханике; Уметь: строить теоретические модели фильтрации флюида в пористых средах горных пород; Владеть: - основными методами геологической разведки, интерпретации данных геофизических исследований,

		технико-экономического анализа
	<p><i>ИДК ПК4.3</i> <i>Формирует предложения по внедрению передовых технологий в работе оборудования скважины</i></p>	<p>Уметь: со знанием дела принимать участие, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования; Владеть: навыками составления рабочих проектов в составе творческой ко-манды;</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа,

в том числе 0,2 зачетных единиц, 5 часов на экзамен

в том числе 0,1 зачетная единица, 4 часа на зачет

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 0 часов

Из них 13 часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Практическое, занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение	3,4	10,5		0,5	1		10	Устный опрос

2	Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа	3	21,5		0,5	1		20	Реферат
3	Тема 3. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород.	3	23,5	1	0,5	1		20	Устный опрос
4	Тема 4. Коллектора трещинного типа	3	22,5	1	0,5	1		20	Устный опрос
5	Тема 5. Удельная поверхность горных пород	3	23,5	1	0,5	2		20	Устный опрос
6	Тема 6. Механические и тепловые свойства горных пород	3	23,5	1	0,5	2		20	Устный опрос
7	Тема 7. Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях	3	33	1		2		30	Решение задач
8	Тема 8. Физические основы вытеснения нефти водой и газом	3	23	1		2		20	Устный опрос
9	Тема 9. Основы механики сплошной среды	4	21	1	1	1		18	Решение задач
10	Тема 10. Основные законы гидростатики	4	22,5	1	0,5	1		20	Решение задач
11	Тема 11. Гидродинамика	4	20	1	1	2		16	Решение задач

12	Тема 12. Основные определения и понятия фильтрации флюидов	4	23	1	1	1		20	Устный опрос
13	Тема 13. Основы анализа размерностей и теории подобия	4	21	1	1	1		18	Устный опрос
14	Тема 14. Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде	4	21	1	1	1		18	Решение задач
15	Тема 15. Основы теории фильтрации многофазных систем	4	17,5	1	0,5	1		15	Устный опрос

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа Тема 3. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Тема 4. Коллектора трещинного типа	Реферат	В течение сессии	50	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	<p>Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа</p> <p>Тема 3. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород.</p> <p>Тема 4. Коллектора трещинного типа</p> <p>Тема 5. Удельная поверхность горных пород</p> <p>Тема 6. Механические и тепловые свойства горных пород</p> <p>Тема 7. Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях</p> <p>Тема 8. Физические основы вытеснения нефти водой и газом</p> <p>Тема 9. Основы механики сплошной среды</p> <p>Тема 10. Основные законы гидростатики</p> <p>Тема 11. Гидродинамика</p> <p>Тема 12. Основные определения и понятия фильтрации флюидов</p> <p>Тема 13. Основы анализа размерностей и теории подобия</p> <p>Тема 14. Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде</p> <p>Тема 15. Основы теории фильтрации многофазных систем</p>	Подготовка к практическим занятиям	В течение сессии	80	Решение задач	Указано в разделе V настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<p>Тема 1. Введение</p> <p>Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа</p> <p>Тема 3. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород.</p> <p>Тема 4. Коллектора трещинного типа</p> <p>Тема 5. Удельная поверхность горных пород</p> <p>Тема 6. Механические и тепловые свойства горных пород</p> <p>Тема 7. Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях</p> <p>Тема 8. Физические основы вытеснения нефти водой и газом</p> <p>Тема 9. Основы механики сплошной среды</p> <p>Тема 10. Основные законы гидростатики</p> <p>Тема 11. Гидродинамика</p> <p>Тема 12. Основные определения и понятия фильтрации флюидов</p> <p>Тема 13. Основы анализа размерностей и теории подобия</p> <p>Тема 14. Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде</p> <p>Тема 15. Основы теории фильтрации многофазных систем</p>	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	В течение сессии	90	Тест	Указано в разделе V настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	<p>Тема 7. Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях</p> <p>Тема 9. Основы механики сплошной среды</p> <p>Тема 10. Основные законы гидростатики</p> <p>Тема 11. Гидродинамика</p> <p>Тема 14. Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде</p>	Решение специальных задач	В течение сессии	65	Решение задач	Указано в разделе V настоящей программы
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) 285						

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Физические процессы и явления в нефтегазовых пластах и их роль в технологиях углеводородоизвлечения. Физические процессы и явления в нефтегазовых пластах и их роль в технологиях углеводородоизвлечения. Природные и технологические процессы в нефтегазовых пластах. Нефтегазовый пласт как геотехнологический объект. Структура курса. Основные задачи курса. Физика пласта как фундаментальный базис повышения технологической и экономической эффективности углеводородоизвлечения.

Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа. Специфика нефтегазового пласта. Нефтегазовый пласт как структурированная многофазная система. Отличие нефтегазового пласта от идеального твёрдого тела.

Тема 3. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Понятие пористости. Абсолютная, открытая и динамическая пористость. Гранулярная, трещиноватая и смешанная пористости. Методы определения пористости. Горные породы и нефтегазовые пласты, общность и специфика. Свойства горных и осадочных пород. Классификация осадочных пород. Грунты и нефтегазовые пласты, специфика и общность. Природные и технологические условия существования нефтегазового пласта. Масштабы изучения нефтегазового пласта.

Тема 4. Коллектора трещинного типа. Понятие коллектора и неколлектора и их роль в формировании нефтегазового пласта. Первичные и вторичные поры. Гранулометрический состав горных пород. Методы определения гранулометрического состава. Связь проницаемости и пористости. Упругость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность. Горное давление. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.

Тема 5. Удельная поверхность горных пород. Фиктивный грунт. Удельная поверхность горных пород. Закон Дарси. Радиальная фильтрация и фильтрация газа. Закон Пуазейля.

Тема 6. Механические и тепловые свойства горных пород. Механическое взаимодействие скелета пласта с насыщающими его флюидами. Пластовое давление и эффективные напряжения. Упругость нефтегазового пласта.

Тема 7. Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях. Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Критические явления в углеводородных системах. Особенности поведения многокомпонентных углеводородных систем в критической области. Фазовое состояние системы нефть-газ. Газоконденсатная характеристика залежи. Поведение бинарных и многокомпонентных систем в критической области. Понятие критического давления и критического термодинамического параметра. Явления обратного или ретроградного испарения и конденсации.

Тема 8. Физические основы вытеснения нефти водой и газом. Обобщённый закон Дарси для многофазной фильтрации. Понятие фазовой проницаемости. Изменение структуры и взаимного расположения фаз при вытеснении. Микроструктура многофазных течений. Влияние смачиваемости на закономерности вытеснения фаз, структуры порового пространства на закономерности многофазной фильтрации. Явление капиллярного замещения фаз и их роль в процессах вытеснения нефти и газа. Растворимость газов в нефти и воде, давление насыщения. Распределение воды, нефти и газа в потоке; функция Баклея-Лаверетта.

Тема 9. Основы механики сплошной среды. Характер механических взаимодействий между компонентами многофазных пластов. Капиллярное давление. Принцип равновесного состояния природных пластов. Взаимодействие между внутривещными флюидами и скелетом породы. Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред. Взаимодействие частиц скелета породы друг с другом. Типы межчастичных взаимодействий и структуры породы, изотропность и анизотропность породы. Силы внутреннего взаимодействия. Нефтенасыщенность и методы ее определения.

Тема 10. Основные законы гидростатики

Тема 11. Гидродинамика

Тема 12. Основные определения и понятия фильтрации флюидов. Естественный тепловой режим нефтегазового пласта. Ретроградные явления. Геометрический градиент и

геотермическая ступень. Тепловой поток, удельная теплоёмкость, коэффициент теплопроводности. Поверхностно - молекулярные свойства системы “пласт - вода - газ” поверхностное натяжение на границах разделов сред. Уравнение теплопроводности и коэффициент температуропроводности.

Тема 13. Основы анализа размерностей и теории подобия

Тема 14. Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде. Фазовые состояния углеводородных систем, газоконденсатная характеристика; ретроградные явления. Влияние состояния и связанности фаз на закономерности распространения упругих волн. Типы волн в нефтегазовых пластах. Скорость распространения упругих волн. Взаимодействие сейсмических волн с нефтегазовыми пластами.

Тема 15. Основы теории фильтрации многофазных систем.

4.3.1. Перечень практических занятий

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение (тема 1)	Определение статистической модели распределения минеральных частиц по размерам	1		РМ	ПК-1 ИДК _{ПК-1.2} ПК-2 ИДК _{ПК-2.2}
2	Физические свойства природных коллекторов нефти и газа (тема 2)	1. Определение генезиса пород по гранулометрии 2. Определение удельной поверхности по гранулометрическому составу горных пород	1		РМ	ПК-1 ИДК _{ПК-1.2} ПК-2 ИДК _{ПК-2.2}
3	Пористость горных пород (тема 3)	Определение пористости по гранулометрии 1. Расчет фильтрационных коэффициентов α и ν при линейной зависимости между депрессией и дебитом 2. Расчет фильтрационных коэффициентов при нелинейной зависимости между депрессией и дебитом 3. Определение	1	1	РМ	ПК-1 ИДК _{ПК-1.2} ПК-2 ИДК _{ПК-2.2}

		проницаемости, динамической пористости, размера поровых каналов по результатам фильтрации газа через образцы горных пород				
4	Коллектора трещинного типа (тема 4)	Расчет ФЕС по закону Буссинеска	1	1	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.3}
5	Удельная поверхность горных пород (тема 5)	Определение удельной поверхности горных пород петрофизическим методом	2		РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.3}
6	Механические и тепловые свойства горных пород (тема 6)	Решение задачи Ламэ	2		РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3}
7	Состав и физические свойства пластовых флюидов. Фазовые состояния флюидов в природных условиях (тема 7)	1. Определение физических свойств газовых смесей в стандартных условиях 2. Определение коэффициента сверхсжимаемости газов 3. Определение физических свойств газожидкостных смесей в пластовых условиях Объёмный коэффициент газа и жидкости в пластовых условиях	2	2	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.3}
8	Физические основы вытеснения нефти водой и газом (тема 8)	Определение параметров сопротивления фильтрации нефти по формуле Лапласа	2	2	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
9	Основы	Определение	1	1	РМ	ПК-3

	механики сплошной среды (тема 9)	скорости фильтрации флюида в зоне дренажа скважин методом материального баланса.				ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
10	Основные законы гидростатики (тема 10)	Расчет давления на устье газовой скважины по известному значению пластового давления	1	1	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
11	Гидродинамика (тема 11)	Определение критического значения скорости потока по числу Рейнольдса, выбор типа фонтанной арматуры	2	2	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
12	Основные определения и понятия фильтрации флюидов (тема 12)	1. Установление связи между системами единиц измерения физических величин 2. Получение математической модели фильтрации с использованием П-Теоремы	1		РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
13	Основы анализа размерностей и теории подобия (тема 13)	Определение размерности физических величин	1	1	Тест	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
14	Одномерное движение несжимаемой жидкости и газа пористой в среде (тема 14)	Расчет гидродинамически х параметров продуктивных пластов на установившихся режимах фильтрации флюидов.	1	1	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4 ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
15	Основы теории фильтрации многофазных	Построение модели распределения ФЕС, скин-эффект, выработки пласта	1	1	РМ	ПК-3 ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ПК-4

	систем	по зоне дренажа скважины				ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
--	--------	--------------------------	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Тема 1 - Тема 15	Подготовка к контрольной работе	Анализ рекомендованной литературы	ИДК _{ПК-1.2} ИДК _{ПК-2.2} ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}
2	Тема 1 - Тема 15	Работа над учебными материалами	Анализ полученного теоретического материала	ИДК _{ПК-1.2} ИДК _{ПК-2.2} ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3}

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Современное общество предъявляет достаточно широкий перечень требований к специалисту, среди которых существенное значение имеет наличие определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в выполнении практических заданий, подготовке к зачетам и экзаменам, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения теоретические и практические вопросы.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практического задания.

При выполнении лабораторных работ обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего решения, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя обработку конспектов

лекций путем систематизации материала, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания лекции. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется при выполнении контрольного задания. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы основная литература:

1. Подземная гидромеханика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. образоват. орг. высш. образования по напр. подгот. бакалавриата "Нефтегазовое дело" / В. В. Кадет. - ЭВК. - М. : Академия, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотека". - 20 доступов. - ISBN 978-5-4468-1627-9

2. В. Н. Глущенко. Нефтепромысловая химия. Осложнения в системе пласт-скважина-УППН [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Глущенко [и др.] ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - М. : МАКС Пресс, 2008. - 325 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-317-02448-2 (24 экз.)

дополнительная литература:

1. Н.М. Дмитриев. Введение в подземную гидромеханику [Текст] : учеб. пособие для подгот. бакалавров и магистров по направлению 553600 "Нефтегазовое дело", для подгот. диплом. спец. по направлению 650700 "Нефтегазовое дело", спец. 090800 "Бурение нефтяных и газовых месторожд." и спец. 090600 "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" / Н. М. Дмитриев, В. В. Кадет ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2009. - 269 с. : граф. ; 21 см. - (Высшее нефтегазовое образование) (1 экз.)

2. В.В. Кадет. Подземная гидромеханика [Текст] : учеб. пособие для студ. образоват. орг. высш. образования, обуч. по направл. подгот. бакалавриата "Нефтегаз. дело" / В. В. Кадет, Н. М. Дмитриев. - М. : Академия, 2014. - 252 с. : ил. ; 22 см. - (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 250. (2 экз.)

3. С.О. Денк. Межблоковая полостность нефтегазоносных пластов [Текст] / С.О. Денк. - Пермь : [б. и.], 2000. - 382 с. (1 экз.)

4. С.О. Денк. Перспективы нефтегазодобычи [Текст]: "Нетипичные" продуктивные объекты, нетрадицион. Источник углеводород. сырья, интесивные технологии / С. О. Денк. - 3-е изд., испр. и доп. - Пермь : Электрон. изд. системы, 2006. - 404 с. (1 экз.)

б) периодические издания

1. Геология нефти и газа: научно-технический журнал. – М.: Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, 1957-2022 (доступен на <https://www.elibrary.ru>).

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ИГУ им. В.Г. Распутина <http://library.isu.ru>

2. Государственная публичная научно-техническая библиотека – www.gpntb.ru
3. Российская государственная библиотека - <https://www.rsl.ru>
4. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского - <https://vsegei.ru/ru>

5. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию ООО «Геоинформмарк» – www.geoinform.ru

6. Аналитический журнал «Нефтегазовая Вертикаль» - www.ngv.ru

7. Oil Gas Journal – www.ogj.com

8. Нефть России. Oil of Russia – lukoil.ru

9. Нефть и капитал – www.oilcapital.ru

10. The Geological Society of America - <https://www.geosociety.org>

Электронно-библиотечные системы (ЭБС) ИГУ

1. Электронный читальный зал «БиблиоТех» (адрес доступа <https://isu.bibliotech.ru>)

2. ЭБС «Издательство «Лань» (адрес доступа <http://e.lanbook.com>)

3. ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (адрес доступа <http://rucont.ru>)

4. ЭБС «Айбукс» (адрес доступа <http://ibooks.ru>)

5. Образовательная платформа «Юрайт» (адрес доступа <https://urait.ru>)

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

1. Материалы: Керн глубоких скважин, природные газы, растворители.
2. Оборудование: Установки ГК-5, КОФСП, УИПК.

<p>Специальные помещения: <i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля</i></p>	<p><i>Аудитория укомплектована: специализированной (учебной) мебелью на 70 рабочих мест, доской меловой.</i></p> <p>Оборудована техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Геология и геохимия нефти и газа»: проектор CASIO XJ-A150, ноутбук ASUS K50NG series, экран настенный Classic Norma 244*183, колонки.</p> <p>Учебно-наглядными пособиями, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины «Геология и геохимия нефти и газа»: «Атлас карт нефтегазоносности недр России» масштаба: 1: 5000000, Карта нефтегазоносности недр СССР, Карта «Топливо-Энергетический комплекс Красноярского края, Иркутской области, Республики Саха (Якутия) и Республики Бурятия», Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья, Альбом месторождений нефти и газа нефтегазоносных бассейнов территории РСФСР, УССР и Казахской ССР.</p> <p>Ауд. 223, ул. Ленина, 3</p>
<p>Специальные помещения: <i>Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской</i></p>	<p><i>Аудитория укомплектована: специализированной (учебной) мебелью на 13 рабочих мест, доской меловой.</i></p> <p>Оборудована техническими средствами обучения: Компьютеры – моноблоки ROSCOM с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, проектор CASIO XL-V-2, ноутбук ASUS K50NG series, экран на треноге Da-Lite Versatol 178*178, колонки.</p> <p>Ауд. 221, ул. Ленина, 3</p>

6.2. Программное обеспечение:

№	Наименование программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО (Лицензия, Договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1	Azure Dev Tools for Teaching (Геологический факультет)	1	Subscription Number : 1831115666 ICM-180686	26.01.2021	1 год
2	«Антиплагиат.В УЗ» ,25 тыс. проверок	1	№ 3453/03-Е-0084 от 16.02.2021	16.02.2021	1год
3	7zip (ежегодно обновляемое ПО)	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://www.7-zip.org/license.txt	Условия правообладателя	бессрочно
4	OpenOffice (ежегодно обновляемое ПО)	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html (Программа распространяется на условиях GNU General Public License.)	Условия правообладателя	бессрочно
5	PDF24Creator 8.0.2 (ежегодно обновляемое ПО)	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://en.pdf24.org/pdf/lizenz_en_de.pdf	Условия правообладателя	бессрочно
6	Windows Server Standart 2012R2 Russian OLP NL AE 2Proc+SA	2	Сублицензионный договор №47858/ИРК4255/ 1130 от 16.07.2014 Счет№Тг036883 от16.07.2014 лиц63888500	16.07.2014	бессрочно
7	ГАРАНТ	26	Договор № 1Д/17 от 27.06.2017г.	27.06.2017г.	бессрочно
8	Academic Edition Networked Volume Licenses RAD Studio 10.2. Tokyo Professional Concurrent ELC	10	№ Тг000159963/1060 от 30.05.2017	30.05.2017	бессрочно
9	Acrobat Professional 11 AcademicEdition License Russian Multiple Platforms Adobe	20	Договор подряда 04-040-12 от 21.09.2012	31.07.2015	бессрочно
10	AutoCAD 2008 Russian Полная коммерческая локальная версия	1	Коробка	27.12.2007	бессрочно
11	BigBlueButton	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://ru.wikipedia.org/wiki/BigBlueButton	Условия правообладателя	бессрочно
12	Corel Draw Graphics Suite X6 AE	3	1031 Государственный контракт № 03-019-13	11.06.2013	бессрочно
13	Google Chrome 57.0.2987.133 (ежегодно обновляемое ПО)	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html	Условия правообладателя	бессрочно

14	Microsoft Office 2003 Win32 Russian Academic OPEN No Level	40	Номер Лицензии Microsoft 41251593	24.10.2006	бессрочно
----	--	----	-----------------------------------	------------	-----------

6.3. Технические и электронные средства:

При реализации программы дисциплины аудиторские занятия проходят с использованием стационарного мультимедийного проектора и персонального компьютера для демонстрации презентаций материала в лекционной аудитории, оборудованной экраном.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Базируются на восстановлении общих и получении новых специальных знаний с помощью методов фундаментальных наук: физики, математике, химии.

Ценность образования по данной дисциплине заключается в использовании методов точных наук для решения технических задач поиска, разведки и разработки месторождений нефти и газа. Некоторые расчеты можно проводить на базе знаний по информатике. В процессе обучения студенты дополнительно получают практические навыки по добыче нефти и бурению скважин. Рекомендуется совместная работа студентов со специалистами, окончившими геологический факультет, аспирантами и магистрантами.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

Входной контроль знаний не проводится.

Изучение курса основывается на знаниях и понятиях о численных методах анализа идеальных моделей, теории размерностей, подобия и системам единиц измерения физических величин.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

Варианты задания для практических занятий:

Задание №1

Построить модель ФЭС в зоне дренажа скважины

Исходные данные						
$P_{заб}$ (атм)	50	100	150	200		
Q (м ³ /сут)	100	80	50	10		
t (час)	8	8	8	8		
$n_{отв}$	$d_{отв},$ см	$l_{отв},$ мм	$h_{эф},$ м	$h_{вск},$ м	$R_c,$ см	
20	2	40	1,5	1	10	
b_n	β_n	$\mu,$ сПз	$K_{оп}$	ρ_n		
1,3	0,7	15	0,12	0,9		
Определить						
$P_{атм}$	χ	η	π_1	π_2	S	
k	C_1	C_2	kh/μ	$V_{кр}$	Re	
$R_{с.пр}$	R_K					

Построить модель ФЭС в зоне дренажа скважины

Исходные данные						
$P_{заб}$ (атм)	100	150	200	250		
Q ($m^3/сут$)	150	120	100	50		
t (час)	5	8	5	8		
$n_{отв}$	$d_{отв},$ см	$l_{отв},$ мм	$h_{эф},$ м	$h_{вск},$ м	$R_c,$ см	
20	1,5	30	5	3	7	
b_n	β_n	$\mu,$ сПз	$K_{оп}$	ρ_n	$\chi,$ см ² /с	
1,5	0,7	10	0,1	0,6	1000	
Определить						
$P_{атм}$	η	π_1	π_2	S	k	
C_1	C_2	kh/ μ	$V_{кр}$	Re	$R_{с.пр}$	
R_k						

Задание №3

Построить модель ФЭС в зоне дренажа скважины

Исходные данные						
H (м от устья)	2000	1000	500	300		
Q ($m^3/сут$)	50	40	20	5		
t (час)	8	8	8	8		
$n_{отв}$	$d_{отв},$ см	$l_{отв},$ мм	$h_{эф},$ м	$h_{вск},$ м	$R_c,$ см	
30	1	30	23	20	10	
b_n	β_n	$\mu,$ сПз	$K_{оп}$	ρ_n	$H,$ м	
1,1	0,8	3	0,15	0,85	3000	
Определить						
$P_{атм}$	η	χ	π_1	π_2	S	
k	C_1	C_2	kh/ μ	$V_{кр}$	Re	
$R_{с.пр}$	R_k					

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме (экзамена и зачета).

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

1. Определение скорости фильтрации газа в зоне дренажа скважины.
2. Расчет скин-эффекта, связанного с конструкцией фильтра скважин.
1. Расчет ФЭС керна по уравнениям фильтрации газа.

Задание №1

Исходные данные									
Состав газа, %об.						Параметры пласта			
CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	N_2	CO_2	$t_{пл},$ °C	$P_{пл},$ МПа	$L,$ м	$R_k,$ мкм
65	10	10	5	5	5	15	30	3000	1
Определить									

P_y	b_r	Тип АФ	$Z_{ст}$	$V_{ст}$	$\rho_{ст}$	$\mu_{ст}$	$v_{ст}$	$d_{ст}$	
			$Z_{пл}$	$V_{пл}$	$\rho_{пл}$	$\mu_{пл}$	$v_{пл}$	$d_{пл}$	

Задание №2

Исходные данные									
Состав газа, % _{об.}						Параметры пласта			
CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	N ₂	CO ₂	$t_{пл}, ^\circ C$	$P_{пл}, атм$	L, м	R _к , мкм
70	10	5	5	5	5	25	250	2500	5
Определить									
P_y	b_r	Тип АФ	$Z_{ст}$	$V_{ст}$	$\rho_{ст}$	$\mu_{ст}$	$v_{ст}$	$d_{ст}$	
			$Z_{пл}$	$V_{пл}$	$\rho_{пл}$	$\mu_{пл}$	$v_{пл}$	$d_{пл}$	

Задание №3

Исходные данные									
Состав газа, % _{об.}						Параметры пласта			
CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	N ₂	CO ₂	$t_{пл}, ^\circ C$	$P_{пл}, атм$	L, м	R _к , мкм
75	5	5	5	5	5	40	300	3000	10
Определить									
P_y	b_r	Тип АФ	$Z_{ст}$	$V_{ст}$	$\rho_{ст}$	$\mu_{ст}$	$v_{ст}$	$d_{ст}$	
			$Z_{пл}$	$V_{пл}$	$\rho_{пл}$	$\mu_{пл}$	$v_{пл}$	$d_{пл}$	

Примерный список вопросов к зачету.

1. Задачи курса. Методы исследования.
2. Моделирование в физике нефтяного и газового пласта.
3. Системы физических величин, применяемых в физике нефтяного и газового пласта.
4. Методы повышения нефтеотдачи пластов.
5. Отбор и подготовка керна для исследования физических свойств горных пород.
6. Силы, препятствующие движению флюидов по пласту. Эффекты Жамена.
7. Гранулометрический состав пород, седиментационный анализ (цели исследований).
8. Источники пластовой энергии.
9. Пористость горных пород. Виды пористости.
10. Определение состава фаз по закону Дальтона-Рауля. Понятие фугитивности.
11. Методы определения пористости. Пористость по газу (прибор КОФСП-1).
12. Критерии изучения газоконденсатных месторождений.
13. Метод Преображенского.
14. Оценка типа залежей по составу пластового газа.
15. Метод Мельчера.
16. Термодинамические условия добычи чистого газа, газоконденсата, нефти, разработки гидратных залежей.
17. Статистические методы обработки данных ФЕС.
18. Фазовые переходы углеводородных систем.
19. Проницаемость горных пород и ее виды. Закон Дарси.
20. Фазовые переходы многокомпонентных систем.
21. Проницаемость горных пород по газу.
22. Фазовые переходы однокомпонентных газов.
23. Закон Дарси для газа.
24. Основные законы газового состояния, отклонения от них углеводородных газов.
25. Методы определения проницаемости горных пород.
26. Определение коэффициента сверхсжимаемости газов.
27. Фазовые проницаемости в системе нефть-вода.
28. Тепловые свойства горных пород.

29. Фазовые проницаемости в системе газ-жидкость.
30. Механические свойства горных пород.
31. Петрофизические зависимости ФЕС.
32. Состав и физические свойства воды, нефти.
33. Порометрия методом вдавливания ртути, метод полупроницаемых перегородок.
34. Химический состав и физические свойства газов.
35. Метод центрифугирования образцов. Функция Леверетта.
36. Проявление упругих сил в процессе разработки месторождений нефти и газа.
37. Обработка данных порометрии.
38. Напряженное состояние горных пород в районе скважины. Уравнения Ламэ.
39. Коллектора трещинного типа.
40. Коэффициент бокового распора.
41. Удельная поверхность горных пород.
42. Критерии подобия в физике нефтяного и газового пласта.
43. Методы определения удельной поверхности.
44. Определение числа капилляров на единицу поверхности образца.

Примерный список вопросов к экзамену.

- Понятие сплошной среды в механике.
- Методы описание процесса движения сплошной среды. Методы Лагранжа, Эйлера.
- Вывод уравнений неразрывности и состояния.
- Жидкости капельные, газообразные, реальные и идеальные.
- Динамическая и кинематическая вязкость.
- Основные физические свойства жидкостей и газов. Методы их определения. Фазовые переходы.
- Реологические уравнения.
- Определение гидростатического давления.
- Вывод уравнения гидростатики Л. Эйлера.
- Давление столба тяжелой жидкости, переменной плотности в поле силы тяжести.
- Методы определения гидростатического давления столба газа.
- Принцип действия приборов, предназначенных для измерения давления.
- Пьезометрическая поверхность.
- Поверхность уровня.
- Законы Архимеда, Паскаля.
- Закон равновесия несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах.
- Способы определения расхода (дебита) жидкостей и газа.
- Уравнение движения идеальной жидкости Л. Эйлера.
- Интеграл Д. Бернулли, физический смысл и графическое представление.
- Примеры технического приложения уравнения Д. Бернулли.
- Типы режимов движения жидкостей в трубах.
- Опыты и число Рейнольдса.
- Вывод формулы Дарси-Вейсбаха, Пуазейля.
- Турбулентное движение жидкостей в трубах.
- Коэффициент гидравлического сопротивления. Способы его определения.
- Установившееся движение газа в трубах.
- Классификация трубопроводов.
- Расчет простых трубопроводов.
- Гидравлический удар. Примеры его использования, способы его предупреждения.
- Двухфазное течение в трубах.
- Особенности движения флюидов в пористой среде.
- Средняя скорость фильтрации, действительная скорость движения флюида в пористой среде.

- Закон Дарси, пределы его применения.
- Нелинейные законы фильтрации флюида.
- Определение метода моделирования.
- Типы моделей.
- Математическое (численное) моделирование – основной способ исследования подземной гидромеханики.
- Основы анализа размерностей, теория подобия, П-Теорема.
- Применение теории размерностей для решения практических задач гидромеханики.
- Вывод законов фильтрации с помощью теории размерностей.
- Вывод основных критериев подобия гидромеханики.
- Математические модели однофазной фильтрации.
- Установившееся фильтрация газа. Функция Л.С. Либбензона.
- Характеристика простейших фильтрационных потоков: прямолинейно-параллельного, плоско-радиального, радиально-сферического.
- Вывод формулы Дюпюи. Распределение давления в зоне дренажа скважины.
- Гидродинамическое несовершенство скважин, коэффициенты несовершенства, скин-эффект, приведенный радиус скважин, коэффициент призабойной закупорки поровых каналов.
- Математические модели распределения ФЕС, скин-эффектов, размера поровых каналов, выработки пласта в зоне дренажа скважин.
- Фильтрации газированной жидкости в пористой среде. Функция Христиановича. Фазовые проницаемости.
- Модели притока флюида к горизонтальным и многозабойным скважинам.
- Основная формула теории упругого режима.
- Приближенные методы решения задач упругого режима.
- Математическая модель многофазной фильтрации.
- Движения флюидов в трещинном коллекторе.
- Представление дифференциальных уравнений в конечных разностях.
- Неявные методы решения систем управления фильтраций.
- Типы сеток.
- Способы задания начальных краевых условий.
- Модель Бакли-Левретта.
- Погрешности дискретизации уравнений.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Контрольная работа	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11,12,13,14,15	ИДК _{ПК-1.2} ИДК _{ПК-2.2} ИДК _{ПК3.2} ИДК _{ПК3.3} ИДК _{ПК4.2} ИДК _{ПК4.3} ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4

Разработчики:

И.Н. Иванов
(подпись)

к.г.-м.н., доцент Е.Н. Иванов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО № 953 от 12.08.2020 по специальности 21.05.02 Прикладная геология, специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры геологии нефти и газа

«05» 03 2021 г.

Протокол № 7 Зав. кафедрой С.П. Примина

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.