

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 10 » июня 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Нефтегазовая гидромеханика
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 21.00.00 ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ
ДЕЛО, НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Физические процессы горного или нефтегазового
производства
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучить основы механики жидкости, газа и многофазных сред, законы гидростатики и гидродинамической теории фильтрации жидкостей и газов в однородных и неоднородных изотропных и анизотропных средах. Рассмотреть виды течения идеальных и вязких жидкостей, понятия турбулентности, установившегося и неустановившегося течения однофазных и многофазных сред в трубах, основы нефтяной и газовой динамики. Познакомиться с газонефтяной динамикой призабойной зоны скважины, интерференцией и суперпозицией течения, несовершенством скважин и гидродинамическими расчетами фильтрационно-емкостных характеристик.

Задачи:

1. Освоить основные понятия и законы гидростатики; уметь применить основное уравнение гидростатики на практике;
2. Освоить закон Бернулли для установившегося течения жидкости в трубах и уметь применить его при решении задач для простых трубопроводов;
3. Изучить два режима течения жидкости, опыты и число Рейнольдса, формулы Дарси-Вейсбаха, и др., освоить расчеты потерь напора жидкости;
4. Познакомиться с расчетами простых трубопроводных систем;
5. Освоить практическое применение закона Дарси для радиальной фильтрации жидкости и газа;
6. Освоить гидродинамические расчеты на стационарных и нестационарных режимах фильтрации жидкости и газов, уравнение пьезопроводности и динамики давления;
7. Формирование навыков решения прямых и обратных задач нефтегазовой гидромеханики.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. Виды течения жидкостей;
2. Гидродинамические расчеты стационарных и нестационарных режимов фильтрации жидкости и газов;
3. Способы решения прямых и обратных задач нефтегазовой гидромеханики.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию фильтрационных потоков; - методы математического моделирования простейших фильтрационных потоков; - методы математического моделирования фильтрационных потоков сложной геометрии; - дифференциальные уравнения нефтегазовой гидромеханики; - способы научного поиска, реализацию специальных средств и методы получения нового знания в области нефтегазовой гидромеханики. 	<p>Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, объекты профессиональной деятельности, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов, ИТ-технологии</p>	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выводить уравнения, описывающие простейшие фильтрационные потоки и потоки сложной геометрии; - анализировать особенности протекания процессов фильтрации с использованием уравнений нефтегазовой гидромеханики; - осуществлять научный поиск, реализовать специальные средства и методы получения нового знания в области знаний о нефтегазовой гидромеханики; - интерпретировать гидродинамические исследования скважин и пластов для оценки комплексных характеристик пластов и призабойных зон скважин в нефтегазовой 	<p>Умеет анализировать горно-геологические условия, проводить контроль состояния, обрабатывать и интерпретировать результаты наблюдений при обосновании решений по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием ИТ-технологии</p>	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		гидромеханики		
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть: - навыками применения методов математического моделирования при описании процессов фильтрации; - методами и способами осуществления научного поиска, средствами и методами получения нового знания в области знаний о нефтегазовой гидромеханики; - методами интерпретирования гидродинамических исследований скважин и пластов для оценки комплексных характеристик пластов и призабойных зон скважин в нефтегазовой гидромеханики.	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	83	83	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	45	45	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	97	97	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Введение	2	0	0	2
Цель, задачи курса и его связь со смежными дисциплинами (геология нефти и газа, промысловая геология, физика пласта). Краткий исторический очерк развития механики жидкости и газа. Область применения нефтегазовой гидромеханики при разработки нефтяных и газовых месторождений.				
Модуль 1. Основы гидравлики	5	6	2	13
Раздел 1. Принципы гидравлики. Тема 1. Гидростатика. Равновесие капельной жидкости. Основные понятия, законы Паскаля, Архимеда, законы газового состояния, равновесие капельной жидкости, уравнение гидростатики, режимы движения жидкости, гидравлический расчет трубопроводов, местные гидравлические сопротивления				
Модуль 2. Простейшие фильтрационные потоки и теория установившейся фильтрации	18	6	8	40
Раздел 2. Теории фильтрации. Тема 3. Основные понятия теории фильтрации. Силы, действующие в пластовых системах. Основные свойства жидкостей и горных пород - коллекторов нефти и газа. Методы решения задач нефтегазовой гидромеханики, их практическое применение. Тема 4. Законы фильтрации. Классификация фильтрационных потоков. Понятие о законе фильтрации. Нелинейные законы фильтрации. Критерий Рейнольдса. Установившееся и неустановившееся, напорное и безнапорное движение жидкости. Раздел 3. Установившаяся фильтрация. Тема 5. Установившееся движение несжимаемой жидкости. Формула Дюпюи. Коэффициент продуктивности скважины. Особенности движения жидкости к гидродинамически несовершенным скважинам. Тема 6. Установившееся движение сжимаемой и неоднородной жидкостей. Функция Лейбензона. Неоднородные жидкости: гомогенные и гетерогенные. Основные характеристики многофазной фильтрации. Установившееся движение нефтегазовых смесей. Функция Христиановича.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль 3. Неустановившаяся фильтрация жидкости и фильтрационные потоки сложной геометрии	18	6	8	40
<p>Раздел 4. Неустановившаяся фильтрация.</p> <p>Тема 7. Дифференциальные уравнения нефтегазовой гидромеханики. Точные методы решения. Уравнение неразрывности, дифференциальные уравнения движения. Точное решение уравнения пьезопроводности при работе скважин с постоянными дебитами.</p> <p>Тема 8. Неустановившаяся фильтрация жидкости при работе скважин с переменным дебитом. Гидродинамические исследования скважин при неустановившихся режимах. Принцип суперпозиций при решении задач неустановившейся фильтрации при работе скважин с переменным дебитом. Гидродинамические исследования скважин при неустановившихся режимах: цели, задачи, назначение метода. Определение фильтрационных характеристик удавленной и оценка параметров призабойной зон продуктивных пластов.</p> <p>Раздел 5. Фильтрационные потоки сложной геометрии.</p> <p>Тема 9. Движение жидкости в трещинных и трещинно-поровых коллекторах. Особенности строения трещинных и трещинно-поровых коллекторов. Установившаяся и неустановившаяся фильтрация жидкости в трещинных средах: особенности протекания, математические уравнения.</p> <p>Тема 10. Нерадиальное движение жидкости. Нерадиальное движение жидкости к прямолинейной цепочке скважин: понятие о внутреннем и внешнем фильтрационных сопротивлениях. Нерадиальное движение жидкости в полосообразной залежи при рядном размещении скважин: метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П. Борисова.</p>				
Заключение	2	0	0	2
Общее заключение о нефтегазовой гидромеханике				
ИТОГО по 4-му семестру	45	18	18	97
ИТОГО по дисциплине	45	18	18	97

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет емкостных характеристик идеального грунта
2	Определение показателей линейной и нелинейной фильтрации
3	Определение дебитов совершенных и несовершенных скважин
4	Обработка данных гидродинамических исследований скважин при установившихся режимах
5	Определение дебитов скважин при фильтрации сжимаемой и неоднородной жидкостей
6	Определение дебитов скважин при неустановившейся фильтрации жидкости
7	Обработка данных гидродинамических исследований скважин при неустановившихся режимах
8	Определение дебитов скважин в трещинных и трещинно-поровых коллекторах
9	Определение дебитов скважин в полосообразной залежи по методу эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П. Борисова

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Физические свойства жидкости, основное уравнение гидростатики, закон Паскаля. Основные понятия кинематики и динамики жидкостей и газа, уравнение Бернулли
2	Основные уравнения нефтегазовой гидромеханики; уравнение неразрывности, уравнения движения, уравнения состояния флюида и пористой среды. Режим фильтрации и экспериментальный закон Рейнольдса
3	Неустановившийся метод исследования газовых скважин, расчет плоскорадиального фильтрационного потока, индикаторная кривая, коэффициент продуктивности, ФЕС

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Выполнить расчеты притока газа по формулам радиальной фильтрации для несовершенной скважины
2	Рассчитать показатели нефтяной (газовой) залежи для укрупненной скважины
3	Определить влияние совместной работы куста скважин на индикаторную линию центральной скважины в нефтяном пласте с удаленным контуром питания при плоскорадиальной фильтрации
4	Определение оптимального числа скважин при заданном суммарном отборе нефти из пласта в кольцевой батарее при справедливости линейного закона фильтрации
5	Определение суммарного суточного отбора реальной нефти в условиях одномерного движения радиального притока жидкости к одной скважине от забоя к устью при ламинарном режиме фильтрации для условий упругого режима пласта
6	Выполнить гидравлический расчет промышленного сборного коллектора нефти
7	Определить пульсации давления на расход при ламинарном движении неньютоновских жидкостей в трубах

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Бузинов С. Н. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов / С. Н. Бузинов, И. Д. Умрихин. - Москва: Недра, 1973.	3
2	Гусев А. А. Гидравлика : учебник для вузов / А. А. Гусев. - Москва: Юрайт, 2013.	7
3	Исаев А. П. Гидравлика : учебник для вузов / А. П. Исаев, Н. Г. Кожевникова, А. В. Ещин. - Москва: ИНФРА-М, 2018.	1

4	Кадет В. В. Подземная гидромеханика : учебник для вузов / В. В. Кадет, Н. М. Дмитриев. - Москва: Академия, 2014.	2
5	Подземная гидравлика : учебник для вузов / К. С. Басниев [и др.]. - Москва: Недра, 1986.	3
6	Пыхачев Г. Б. Подземная гидравлика : учебник для вузов / Г. Б. Пыхачев. - Москва: Гостоптехиздат, 1961.	1
7	Чернов Б. С. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов / Б. С. Чернов, М. Н. Базлов, А. И. Жуков. - Москва: Гостоптехиздат, 1960.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие для вузов / К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг. - Москва Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2005.	11
2	Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач : учебное пособие для вузов / Т. В. Артемьева [и др.]. - Москва: Академия, 2013.	11
3	Дмитриев Н. М. Введение в подземную гидромеханику : учебное пособие для вузов / Н. М. Дмитриев, В. В. Кадет. - Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2009.	15
4	Мартюшев Д. А. Современные методы гидродинамических исследований скважин и пластов : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, И. Н. Пономарева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	3
5	Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде : пер. с англ. / М. Маскет. - М. Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2004.	4
6	Пономарева И. Н. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие / И. Н. Пономарева, Д. А. Мартюшев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	5
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело / Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Горно-нефтяной факультет; Под ред. В. И. Галкина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011 - .	
2	Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений : научно-технический журнал / Всероссийский научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности. - Москва: ВНИИОЭНГ, 1992 - .	
3	Нефтепромысловое дело : научно-технический журнал / Ритэк; Недра-Эстерн; Всероссийский научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности. - Москва: ВНИИОЭНГ, 1965 - .	
4	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал / Роснефть; Зарубежнефть; Татнефть; Башнефть; Российский межотраслевой научно-технический комплекс Нефтеотдача; Научно-техническое общество нефтяников и газовиков им. И.М. Губкина; Сургутнефтегаз; Гипротюменнефтегаз; НижневартовскНИПИнефть; Тюменский нефтяной научный центр. - Москва: Нефт. хоз-во, 1920 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности : РД 08-200-98 / Федеральный горный и промышленный надзор России. - Санкт-Петербург: ДЕАН, 2001.	3

3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Гидродинамика пластовых систем : методические указания / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Сост. И. Н. Пономарева, А. А. Ерофеев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	28
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Васильевский В. Н. Техника и технология определения параметров скважин и пластов : справочник рабочего / В. Н. Васильевский, А. И. Петров. - Москва: Недра, 1989.	9

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Мартюшев Д. А. Современные методы гидродинамических исследований скважин и пластов : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, И. Н. Пономарева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6508	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Пономарева И. Н. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7359	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Пономарева И. Н. Подземная гидромеханика : учебное пособие / И. Н. Пономарева, В. А. Мордвинов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3018	локальная сеть; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Гидродинамика пластовых систем : методические указания / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Сост. И. Н. Пономарева, А. А. Ерофеев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3447	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF

Вид ПО	Наименование ПО
ПО для обработки изображений	Corel CorelDRAW Suite X4, . (ПНИПУ 2008г.)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц. № 879261.1493674)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk AutoCAD 2019 Education Multi-seat Stand-alone (125 мест СТФ s/n 564-23877442)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Парты, стол преподавателя, стулья	30
Лабораторная работа	Компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с выходом в Интернет – 15 шт. Парты, стол преподавателя, стулья	15
Лабораторная работа	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа - проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, интерактивная доска SmartBoard 690, система акустическая	1
Лекция	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа - проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, интерактивная доска SmartBoard 690, система акустическая. Парты, стол преподавателя, стулья	1
Практическое занятие	Парты, стол преподавателя, стулья	30

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе