

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 30 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физика и гидродинамика пластовых систем
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 21.05.02 Прикладная геология
(код и наименование направления)

Направленность: Геология месторождений нефти и газа (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование знаний и представлений о процессах фильтрации нефти, газа и воды в горных породах.

- формирование знаний о процессах, происходящих в нефтяных и газовых залежах при их разработке;
- формирование умений описывать процессы фильтрации;
- формирование навыков интерпретации материалов гидродинамических исследований скважин.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- фильтрационные потоки;
- уравнения движения флюидов в горных породах – коллекторах нефти и газа;
- способы интерпретации данных гидродинамических исследований скважин.

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
ОПК-10	ИД-1ОПК-10	Знает способы определения дебитов скважин при существовании линейного и нелинейного законов фильтрации пластовых флюидов	Знает процессы геологоразведочных и горных работ, основы учета и контроля в данных работах	Контрольная работа
ОПК-10	ИД-2ОПК-10	Умеет выполнять анализ гидродинамических параметров продуктивных пластов, полученных при реализации различных методов исследования скважин	Умеет анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства и устранению нарушений производственных процессов	Отчёт по практическому занятию
ОПК-10	ИД-3ОПК-10	Владеет навыками разработки предложений по управлению продуктивностью нефтяных и газовых скважин	Владеет навыками ведения учета выполняемых работ и разработки предложения по совершенствованию организации производства	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	Знает основные положения руководящих документов, регламентирующих проведение различных методов исследования скважин	Знает требования стандартов и документов промышленной безопасности, регламентирующих порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ	Контрольная работа
ОПК-11	ИД-2ОПК-11	Умеет анализировать соответствие данных о проведении гидродинамических исследований скважин требованиям отраслевых и локальных нормативных документов	Умеет контролировать соответствие проектов на выполнение горных, горно-строительных и взрывных работ требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-11	ИД-3ОПК-11	Владеет навыками анализа применимости существующих методов решения прямой и обратной задач подземной гидромеханики	Владеет навыками контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ в составе творческих коллективов и самостоятельно	Зачет
ПКО-4	ИД-1ПКО-4	Знает методы решения прямой и обратной задач подземной гидромеханики	Знает методы и способы решения производственных, технологических и инженерных по объекту исследования	Контрольная работа
ПКО-4	ИД-2ПКО-4	Умеет использовать результаты интерпретации гидродинамических исследований нефтяных	Умеет использовать знания методов исследований геологических объектов для выбора технических	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
		и газовых скважин для решения задач геологии месторождений нефти и газа	средств при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований	
ПКО-4	ИД-3ПКО-4	Владеет навыками интерпретации материалов гидродинамических исследований нефтяных и газовых скважин	Владеет навыками проведения производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории фильтрации	4	0	6	16
Тема 1. Фильтрация пластовых флюидов. Модели грунта: идеальный и фиктивный грунты. Формулы Слехтера для определения пористости и просветности фиктивного грунта. Фильтрация как особый вид движения жидкостей. Особенности фильтрации нефти и газа. Скорость фильтрации и скорость движения. Классификация фильтрационных потоков. Тема 2. Законы фильтрации. Понятие о законе фильтрации. Виды законов фильтрации и их особенности. Опыты Дарси, линейный закон фильтрации. Нарушение закона фильтрации, основные причины. Обобщенная формула законов фильтрации. Критерии различимости законов фильтрации.				
Простейшие установившиеся фильтрационные потоки	4	0	6	16
Тема 3. Установившееся плоскорадиальное движение несжимаемой жидкости и идеального газа при линейном законе фильтрации. Схема и особенности движения. Вывод и анализ формул расхода (дебита скважин). Вывод и анализ законов распределения давления в пласте. Коэффициент продуктивности скважины. Тема 4. Гидродинамические исследования нефтяных и газовых скважин при установившихся режимах. Краткие сведения о технологии проведения исследований. Построение, анализ и обработка индикаторных диаграмм. Определение фильтрационных характеристик продуктивных пластов при обработке индикаторных диаграмм.				
Фильтрация неоднородных жидкостей	6	0	6	16
Тема 5. Общие сведения о фильтрации неоднородных жидкостей. Неоднородные жидкости при добыче углеводородных полезных ископаемых: окклюзии, эмульсии, многофазные системы. условия образования, механизм течения. Характеристики многофазной фильтрации: фазовая насыщенность, фазовая и относительная проницаемости. Зависимости относительной проницаемости от фазовой насыщенности при многофазной фильтрации. Тема 6. Установившееся движение нефтегазовой смеси. Разгазирование нефти в пласте: причины и последствия. Определение дебита скважины по нефти и газу при фильтрации в пласте				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
нефтегазовой смеси: подход Христиановича.				
Неустановившаяся фильтрация капельной жидкости	4	0	6	16
Тема 7. Неустановившаяся фильтрация капельной жидкости в поровом пласте. Уравнение неразрывности, дифференциальное уравнение движения (пьеzoпроводности) - вывод, анализ и практическое применение. Решение уравнения пьеzoпроводности при работе скважин с постоянными дебитами – основное уравнение упругого режима, анализ, практическое применение. Тема 8. Гидродинамические исследования скважин при неустановившихся режимах. Цели, задачи, назначение метода. Краткие сведения о технологии проведения исследований. Построение, анализ и обработка кривой восстановления давления. Определение фильтрационных характеристик удаленной и оценка пара-метров призабойной зон продуктивных пластов.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	0	24	64
ИТОГО по дисциплине	18	0	24	64

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение пористости и просветности фиктивного грунта.
2	Законы фильтрации. Определение коэффициентов фильтрации и проницаемости.
3	Определение дебитов и распределения давления нефтяных и газовых скважин.
4	Обработка данных исследований нефтяных скважин при установившихся режимах.
5	Обработка данных исследований газовых скважин при установившихся режимах.
6	Определение характеристик многофазной фильтрации.
7	Определение дебита скважин при фильтрации нефтегазовой смеси.
8	Определение динамических пластовых давлений при работе скважин с постоянными дебитами.
9	Обработка данных исследований нефтяных скважин при неустановившихся режимах.

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.

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	Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие для вузов. 2-е изд., доп. Москва Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2005. 543 с.	11
2	Подземная гидромеханика / Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Каневская Р.Д., Максимов В.М. 2-е изд., испр. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2006. 495 с.	46
3	Щелкачев В. Н., Лапук Б. Б. Подземная гидравлика : учебное пособие для вузов. Москва : Гостоптехиздат, 1949. 523 с.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Пономарева И. Н., Мартюшев Д. А. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2020. 181 с. 11,37 усл. печ. л.	10
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 - .	
2	Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1992 - .	
3	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Нефт. хоз-во, 1920 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Правила разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Москва : Недра, 1971. 104 с.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Мартюшев Д. А., Пономарева И. Н. Современные методы гидродинамических исследований скважин и пластов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2019. 159 с. 10,0 усл. печ. л.	3
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Евдокимова В. А., Кочина И. Н. Сборник задач по подземной гидравлике : учебное пособие для вузов. Москва : Недра, 1979. 168 с.	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	Современные методы гидродинамических исследований? скважин и пластов. Мартюшев Д. А., Пономарева И. Н.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160509	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Подземная гидромеханика / К.С. Басниев [и др.] ; Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина .— 2-е изд., испр .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2006 .— 495 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6115	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Сборник задач по подземной гидравлике. Евдокимова В. А., Кочина И. Н.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3204	сеть Интернет; 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
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц.№ 879261.1493674)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, экран, проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук, экран, проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана). В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля (промежуточной аттестации) при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим работам, зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ТО	КР	ПР	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 Знает способы определения дебитов скважин при существовании линейного и нелинейного законов фильтрации пластовых флюидов.	ТО	КР		
З.2 Знает основные положения руководящих документов, регламентирующих проведение различных методов исследования скважин.	ТО	КР		
З.3 Знает методы решения прямой и обратной задач подземной гидромеханики.	ТО	КР		
Освоенные умения				
У.1 Умеет выполнять анализ гидродинамических параметров продуктивных пластов, полученных при реализации различных методов исследования скважин.			ПР	
У.2 Умеет анализировать соответствие данных о проведении гидродинамических исследований скважин требованиям отраслевых и локальных нормативных документов.			ПР	
У.3 Умеет использовать результаты интерпретации гидродинамических исследований нефтяных и газовых скважин для решения задач геологии месторождений нефти и газа.			ПР	

Приобретенные владения				
В.1 Владеет навыками разработки предложений по управлению продуктивностью нефтяных и газовых скважин.				3
В.2 Владеет навыками анализа применимости существующих методов решения прямой и обратной задач подземной гидромеханики.				3
В.3 Владеет навыками интерпретации материалов гидродинамических исследований нефтяных и газовых скважин.				3

Текущий контроль: ТО – коллоквиум (теоретический опрос);

Рубежный контроль: КР- рубежная контрольная работа; ПР- практическая работа

Промежуточная аттестация: З –зачет.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (7сем), проводимые с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «уметь», «владеть» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала проводится (табл. 1.1) в форме выборочного теоретического опроса студентов по каждой теме.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения конкретного модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 9 работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД. Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работы КР после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

в 7 семестре: Зачёт

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачёт по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента и успешного выполнения текущего контроля по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде шкалы «зачет» - «незачет». Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.