

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

« 24 » мая 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:** \_\_\_\_\_ **108 (3)**  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **21.05.03 Технология геологической разведки**  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Геофизические методы исследования скважин (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-3	ИД-1ОПК-3	Знает прямую и обратную задачи подземной гидромеханики	Знает положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Контрольная работа
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Умеет использовать законы физики и термодинамики для описания процессов фильтрации нефти и газа в горных породах	Умеет использовать основные положения естественнонаучных и инженерных дисциплин при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	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
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеет навыками вычисления дебитов скважин при стационарном и нестационарном видах движения пластовых флюидов в коллекторах нефти и газа	Владеет навыками решения задач и моделирования эксперимента при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Зачет
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает технологии проведения и методы интерпретации гидродинамических исследований скважин	Знает технологии изучения горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	Контрольная работа
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет анализировать особенности фильтрации пластовых флюидов в реальных геолого-физических условиях	Умеет анализировать горно-геологические условия при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве и выбирать подходящие технологии	Отчёт по практическому занятию
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками интерпретации материалов гидродинамических исследований скважин при установившихся и неустановившихся режимах	Владеет навыками проведения анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве	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			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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				
Основы теории фильтрации	4	0	6	16
Тема 1. Фильтрация пластовых флюидов. Модели грунта: идеальный и фиктивный грунты. Формулы Слехтера для определения пористости и проницаемости фиктивного грунта. Фильтрация как особый вид движения жидкостей. Особенности фильтрации нефти и газа. Ско-рость фильтрации и скорость движения. Классификация фильтрационных пото-ков Тема 2. Законы фильтрации. Понятие о законе фильтрации. Виды законов фильтрации и их особен-сти. опыты Дарси, линейный закон фильтрации. Нарушение закона фильтра-ции, основные причины. Обобщенная формула законов фильтрации. Критерии различимости законов фильтрации.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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 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 (пьезо-проводности) - вывод, анализ и практическое применение. Решение уравнения пьезопроводности 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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
восстановления давл-ения. 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 проницаемости 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
<b>1. Основная литература</b>		
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 : учеб. для вузов / Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Каневская Р.Д., Максимов В.М. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2005. 495 с	2
3	Щелкачёв В. Н., Лапук Б.Б. Подземная гидравлика : учебное пособие для вузов. Москва Ижевск : Регуляр. и хаот. динамика, 2001. 735 с.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Пономарева И. Н., Мартюшев Д. А. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 181 с. 11,37 усл. печ. л.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
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 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Правила разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Москва : Недра, 1971. 104 с.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
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

<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Евдокимова В. А., Кочина И. Н. Сборник задач по подземной гидравлике : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Альянс, 2007. 169 с.	44
2	Моисеев В. Н. Применение геофизических методов в процессе эксплуатации скважин. Москва : Недра, 1990. 240 с.	3

## **6.2. Электронная учебно-методическая литература**

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Пономарева И. Н., Мордвинов В. А. Пермь : ПНИПУ, 2009 Подземная гидромеханика	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160598">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160598</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Евдокимова В. А., Кочина И. Н. Сборник задач по подземной гидравлике. Москва : Недра, 1979	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3204">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3204</a>	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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
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 Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных компании Springer Customer Service Center GmbH	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **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
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Физика и гидродинамика пластовых систем»  
Приложение к рабочей программе дисциплины**

**Специальность подготовки:** 21.05.03 «Технология геологической разведки»

**Специализация образовательной программы:** Геофизические методы исследования скважин

**Квалификация выпускника:** Горный инженер-геофизик

**Выпускающая кафедра:** Геология нефти и газа

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

**Виды промежуточного контроля:**

Зачет: 7 семестр

Пермь 2022

**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
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> Знает прямую и обратную задачи подземной гидромеханики.	ТО	КР		
<b>3.2</b> Знает технологии проведения и методы интерпретации гидродинамических исследований скважин.	ТО	КР		
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> Умеет использовать законы физики и термодинамики для описания процессов фильтрации нефти и газа в горных породах.			ПР	
<b>У.2</b> Умеет анализировать особенности фильтрации пластовых флюидов в реальных геолого- физических условиях			ПР	
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> Владеет навыками вычисления дебитов скважин при стационарном и нестационарном видах движения пластовых флюидов в коллекторах нефти и газа.				3
<b>В.2.</b> Владеет навыками интерпретации материалов гидродинамических исследований скважин при установившихся и не установившихся режимах.				3

*Текущий контроль: ТО – коллоквиум (теоретический опрос);*

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 бланочного 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, усвоенных 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 шкалы и критерии оценки приведены в общей части ФОС.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 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.