

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

« 15 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Физика нефтяного и газового пласта  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Технология бурения нефтяных и газовых скважин (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель – приобретение комплекса знаний по физике нефтяного и газового пласта как современной комплексной дисциплины о физико-химических свойствах пластовых флюидов, особенностях поверхностно-молекулярного взаимодействия и фазовых переходах при фильтрации нефти и газа; формирование научного мировоззрения на основе знаний о физических закономерностях сложных пластовых систем, воспитание навыков экологической культуры при разработке нефтяных и газовых залежей.

Задачи:

1. Изучить научные основы, термины и понятия, а также основные методики определения петрофизических свойств горных пород.
2. Изучить организацию лабораторных работ по определению коллекторских свойств пород.
3. Формирование навыков исследования физико-химических свойств пластовых флюидов.
4. Формирование умения проводить расчеты, использовать нормативные документы (ОСТ, ГОСТ).

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

1. Образцы горных пород (керна) продуктивных отложений.
2. Модели пластовых флюидов.
3. Лабораторное оборудование для изучения фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов.
4. Методики изучения свойств горных пород и пластовых флюидов.

### 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-1.3	ИД-1ПК-1.3	- основы теории устойчивости газожидкостных дисперсных систем, эмульсий и тонких пленок; - основы фазовых переходов углеводородов при изменении внешних физических полей; - реологические модели течения неньютоновских жидкостей; - характеристики пластовых флюидов; - основы механики нефтяных дисперсных систем.	Знает преимущества и недостатки применяемых современных технологий и эксплуатации технологического оборудования	Экзамен
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	- определять физико-химические свойства пластовых флюидов; - оценивать влияние термодинамических параметров на процессы нефте- и газоотдачи в продуктивном пласте; - анализировать физико-химические параметры пласта при лабораторном моделировании процессов вытеснения нефти водой и растворами химреагентами.	Умеет интерпретировать результаты лабораторных и технологических исследований технологических процессов применительно к конкретным условиям	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	- методами проведения инженерных исследований при решении научных и производственных задач по разработке и эксплуатации нефтяных и газовых залежей; - навыками подготовки кернового материала и пластовых флюидов к процессу лабораторного моделирования заводнения;	Владеет навыками совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного (по заданию преподавателя).	Защита лабораторной работы
ПК-4.1	ИД-1ПК-4.1	- основы термодинамики пластовых систем; - методы повышения нефтегазоотдачи пластов;	Знает методику проектирования в нефтегазовой отрасли, инструктивно-	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред;</li> <li>- основы проведения метрологического контроля измерительных средств;</li> <li>- экологические требования по защите окружающей среды и недр при разработке нефтяных и газовых месторождений.</li> </ul>	нормативные документы и методики основных расчетов с использованием пакетов программ; современные достижения информационно-коммуникационных технологий	
ПК-4.1	ИД-2ПК-4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять начальную и остаточную водо- и нефтенасыщенность образцов керна;</li> <li>- эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование;</li> <li>- проводить расчеты по эффективности геолого-технических мероприятий;</li> <li>- рассчитывать эффективность различных современных физико-химических технологий для модификации свойств поровой поверхности и гидродинамического режима фильтрации поровых флюидов.</li> </ul>	Умеет выявлять проблемные места в области освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе, применении современных энергосберегающих технологий; использовать методику проектирования в области освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе; применять современные энергосберегающие технологии	Защита лабораторной работы
ПК-4.1	ИД-3ПК-4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения комплексных лабораторных экспериментов по определению коэффициента вытеснения в различных термодинамических условиях пласта;</li> <li>- методами расчета технологических параметров при заводнении пластов;</li> <li>- прикладными методами математической статистики, анализа, обработки и</li> </ul>	Владет навыками составления собственных курсовых проектов для заданных условий	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		графического представления цифровой информации.		

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
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
5-й семестр				
Введение.	2	0	0	0
Предмет и задачи дисциплины «Физика нефтяного и газового пласта». Основные понятия, термины и определения.				

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 1. Характеристики пластовых флюидов.	6	8	0	22
<p>Тема 1. Свойства природных и попутных газов. Классификация газовых и газоконденсатных месторождений. Состав природных и попутных газов. Основные физические свойства природных газов. Плотность. Молекулярная масса. Вязкость.</p> <p>Тема 2. Уравнение состояния газов и газовых смесей.</p> <p>Уравнение состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона. Уравнения Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Идеальный и реальный газ.</p> <p>Природные смеси газообразных углеводородов. Тема 3. Физико- химические свойства пластовой нефти. Нефтенасыщенность и методы ее определения. Групповой и химический состав нефти. Физико-химические, тепловые и электрические свойства пластовой нефти. Плотность. Вязкость. Реологические характеристики нефтей. Неньютоновские жидкости.</p> <p>Тема 4. Физико-химические свойства пластовых вод. Состав пластовых вод. Плотность. Вязкость. Сжимаемость. Термическое расширение. Минерализация. Электропроводность. Растворимость природных газов в пластовой воде. Влияние давления и температуры на физические свойства пластовых вод. Жесткость и кислотность пластовых вод.</p>				
Модуль 2. Поверхностно-молекулярные свойства пластовых систем.	6	6	0	22
<p>Тема 1. Поверхностное натяжение на границе фаз. Дисперсность. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем. Пены, аэрозоли, суспензии, гидроксиды, гели, смолы, эмульсии, нефтяные дисперсные системы. Методы получения дисперсных систем – диспергирование и конденсация.</p> <p>Тема 2. Смачиваемость и растекание на межфазной поверхности.</p> <p>Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Работа когезии и адгезии. Уравнение Дюпре-Юнга. Теплота смачивания. Смачиваемость горных пород-коллекторов нефти и газа. Зависимость смачиваемости от давления, температуры, рода жидкости и типа поверхности.</p> <p>Тема 3. Адсорбция на границе «жидкость-газ» и «жидкость-жидкость».</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Основы термодинамики адсорбции. Классификация поверхностно-активных веществ и современные синтетические ПАВ. Адсорбция растворимых и нерастворимых ПАВ. Строение и свойства адсорбционных слоев. Уравнение Гиббса. Тема 4. Адсорбционные явления на поверхности пористых сред. Классификация пористой структуры. Количественные характеристики пористых тел и порошков. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело – газ (пар) или жидкость. Удельная поверхность. Теплота адсорбции. Теория адсорбции газов и паров твердыми телами: Ленгмюра, БЭТ.</p>				
Модуль 3. Термодинамика пластовых систем	6	8	0	22
<p>Тема 1. Фазовые равновесия в смесях углеводородов. Равновесные и неравновесные процессы. Фазовые состояния углеводородных систем. Фазовые диаграммы при изотермических и изобарических процессах. Однокомпонентные и многокомпонентные смеси УВ. Фазовые диаграммы нормальных алканов. Классификация фазовых диаграмм (P-V, P-T, P-S). Тема 2. Фазовые переходы в углеводородах. Классификация фазовых переходов. Изменение физических параметров и термодинамических потенциалов при фазовых переходах первого и второго рода. Конденсация и кристаллизация углеводородов. Кинетика выпадения твердой фазы из растворов углеводородов. Температура насыщения нефти парафином. Тема 3. Образование осадков при добыче нефти и газа. Газогидраты. Эффект Джоуля-Томсона. Характеристики газогидратных залежей. Термодинамические и физико-химические условия кристаллизации солей из пластовых вод. Выпадение асфальто-смолопарафиновых отложений (АСПО) при добыче нефти. Механизмы формирования АСПО в добывающих скважинах.</p>				
Модуль 4. Физико-химическая динамика дисперсных систем	6	8	0	22
Тема 1. Реологические свойства дисперсных систем. Способы описания механических свойств				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>дисперсных систем. Реологические модели. Упругость, вязкость, пластичность. Понятие о релаксации напряжений и упругом последствии. Вязкопластическое поведение, уравнение Бингама.</p> <p>Тема 2. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.</p> <p>Структурообразование в дисперсных системах. Коагуляция, пептизация, флокуляция, коалесценция. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Мицеллообразование. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Эмульсии (прямые и обратные) и тонкие пленки.</p> <p>Тема 3. Нефтяные дисперсные системы. Фаза и межфазный слой. Способы формирования НДС. Формирование и строения сложных структурных единиц (ССЕ). Влияние размеров ССЕ на свойства НДС. Экстремальные изменения размеров ССЕ и теория регулируемых фазовых переходов. Определение размеров наночастиц НДС. Определение размеров наноагрегатов методом ЯМР в нативных нефтях.</p>				
Модуль 5. Процессы переноса в пластовых системах.	6	6	0	20
<p>Тема 1. Процессы переноса в дисперсных системах. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, причины его существования. Теория Эйнштейна. Осмотическое давление, диффузия, изменение давления пара, температур замерзания и кипения в дисперсных системах. Первый закон Фика для диффузии.</p> <p>Тема 2. Процессы переноса в пористых средах. Физические свойства горных пород-коллекторов. Модели пористых сред. Однородные и неоднородные пористые среды. Течение жидкостей в пористых средах. Законы фильтрации Дарси и Пуазейля. Капиллярное давление и фазовые проницаемости. Относительные фазовые проницаемости при двухфазной фильтрации. Зависимость фазовой проницаемости от насыщенности.</p> <p>Тема 3. Электрокинетические процессы в пористых средах.</p> <p>Природа электрокинетических явлений. Механизмы возникновения электрического заряда на твердой</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
поверхности. Избирательная адсорбция, поверхностная диссоциация ионогенных групп. Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Поверхностный заряд. Потенциал определяющие ионы и противоионы. Тема 4. Основы вытеснения нефти из продуктивного пласта Источники пластовой энергии. Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред. Силы, действующие в пласте в процессе вытеснения нефти и газа водой. Механизм вытеснения нефти водой из фиктивного грунта. Водный и безводный периоды вытеснения. Механизм вытеснения нефти водой из реальных горных пород. Эффект Жамена. Влияние на коэффициент вытеснения вязкости воды и нефти.				
Заключение	2	0	0	0
Подведение итогов изучения дисциплины.				
ИТОГО по 5-му семестру	34	36	0	108
ИТОГО по дисциплине	34	36	0	108

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение удельного электрического сопротивления пластовых жидкостей с помощью резистивиметра РП-1.
2	Исследование капиллярной пропитки горных пород жидкостью с различным поверхностным натяжением (электронные весы).
3	Определение среднего размера и функции распределения размеров частиц прямой эмульсии «масло/вода» оптическим методом на микроскопе "Микромед-5.
4	Исследование вязкости жидкости на универсальном ротационном вискозиметре Реотест RV 2.1.
5	Определение критической концентрации мицеллообразования поверхностно-активных веществ методом электрометрии (комбинированный измеритель Seven Multi).
6	Определение смачиваемости жидкости на поверхности твердого тела оптическим методом (микроскоп "Микромед-5).
7	Определение размеров асфальтеновых агрегатов в нефтяных дисперсных системах методом спектрофотометрии (спектрофотометр ECOVIEW B-1100).
8	Определение толщины граничных слоев полярных и неполярных жидкостей на поверхности стекла (электронные весы, сушильный шкаф).
9	Определение поверхностного натяжения водных растворов поверхностно-активных веществ методом счета капель на сталагмометре СТ-3.

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гиматудинов Ш. К. Физика нефтяного и газового пласта : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Недра, 1971. 309 с.	2
2	Гиматудинов Ш. К., Ширковский А. И. Физика нефтяного и газового пласта : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Недра, 1982. 311 с.	41

3	Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. М. : Недра, 1977. 287 с.	1
4	Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Ковалев А.Г. Физика нефтяного и газового пласта. М. Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2005. 270 с.	23
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гиматудинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта : учебное пособие для вузов. 4-е изд., стер. М. : Альянс, 2005. 311 с.	56
2	Пирсон С. Дж. Учение о нефтяном пласте : пер. с англ. 2-е изд. Москва : Гостоптехиздат, 1961. 570 с., 4 л. ил.	1
3	Тульбович Б. И. Методы изучения пород-коллекторов нефти и газа. Москва : Недра, 1979. 199 с.	1
4	Ханин А. А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. Москва : Недра, 1969. 368 с.	2
<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 месторождений : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1992 - .	
3	Нефтепромысловое дело : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1965 - .	
4	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Нефт. хоз-во, 1920 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности : ПБ 08-624-03. Санкт-Петербург : ДЕАН, 2005. 316 с	4
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Злобин А. А., Хижняк Г. П. Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2017. 186 с. 11,56 усл. печ. л.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Мордвинов А. А., Воронина Н. В., Каракчиев Э. И. Лабораторно-экспериментальные и практические методы исследования нефтегазопромысловых процессов : учебное пособие для вузов. Ухта : Изд-во УГТУ, 2001. 113 с. 6,6 усл. печ. л.	5

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Злобин А. А. Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта : учебное пособие / А. А. Злобин, Г. П. Хижняк. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4042">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4042</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Квеско Б. Б. Физика пласта : учебное пособие / Квеско Б. Б., Квеско Н. Г. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-108664">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-108664</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов / Ф.И. Котяхов. - М.: Недра, 1977.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Пирсон С. Дж. Учение о нефтяном пласте : пер. с англ. / С. Дж. Пирсон. - Москва: Гостоптехиздат, 1961.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks236013">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks236013</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Тетельмин В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. - Долгопрудный: Интеллект, 2009.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7047">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7047</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Хижняк Г. П. Физика пласта / Г. П. Хижняк, Г. В. Плюснин. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4669">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4669</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов / Ф.И. Котяхов. - М.: Недра, 1977.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2546</a>	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	MS Windows 11 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
ПО для обработки изображений	Corel CorelDRAW Suite X4, . ( ПНИПУ 2008г.)
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"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
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 научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</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>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Автоматический тензиометр К11	1
Лабораторная работа	Аппарат Кларка АК-4 для определения коэффициента карбонатности горных пород	1
Лабораторная работа	Вибростенд электродинамический ПЭ – 6700	1
Лабораторная работа	Вискозиметр ВПЖ-2	4
Лабораторная работа	Комбинированный измеритель Seven Multi	1
Лабораторная работа	Микроскоп «Микромед -5»	2
Лабораторная работа	Прибор ГК - 5 для определения газопроницаемости горных пород	1
Лабораторная работа	Резистивиметр РП-1	1
Лабораторная работа	Роторная мешалка HS-50A фирмы WiseStir	1
Лабораторная работа	Спектрофотометр ECOVIEW B-1100	1
Лабораторная работа	Сталагмометр СТ-3	1
Лабораторная работа	Сушильный шкаф	2
Лабораторная работа	Универсальный ротационный вискозиметр RV 2.1	1
Лабораторная работа	Установка для насыщения образцов горных пород под вакуумом	1
Лабораторная работа	Электронные весы	3
Лекция	Интерактивная или обычная доска	1
Лекция	Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь)	1
Лекция	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиа - проектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления	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 нефтяного и газового пласта»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Специальность:** 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

**Квалификация выпускника:** «Горный инженер (специалист)»

**Выпускающая кафедра:** Нефтегазовые технологии

**Форма обучения:** Очная

**Специальность:** 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

**Курс:** 3

**Семестр:** 5

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 5 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Физика нефтяного и газового пласта" 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 контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 5 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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 «Физика нефтяного и газового пласта» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. 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	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 знать преимущества и недостатки применяемых современных технологий и эксплуатации технологического оборудования		ТО1				ТВ
3.2 знать методику проектирования в нефтегазовой отрасли, инструктивно-нормативные документы и методики основных расчетов с использованием пакетов программ; современные достижения информационно-коммуникационных технологий	С1	ТО2				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 уметь интерпретировать результаты лабораторных и технологических исследований технологических процессов применительно к конкретным условиям			ОЛР1 ОЛР2			ТВ
У.2 уметь выявлять проблемные места в области освоения месторождений, в том числе на континентальном шельфе, применении современных энергосберегающих технологий; использовать методику проектирования в области освоения месторождений, в том числе на континентальном			ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5			ТВ

шельфе; применять современные энергосберегающие технологии						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками составления собственных курсовых проектов для заданных условий			ОЛР6 ОЛР7			ТВ
<b>В.2</b> владеть навыками совершенствования отдельных узлов традиционного оборудования, в т.ч. лабораторного (по заданию преподавателя).			ОЛР8 ОЛР9			ТВ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая 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 «знать», «уметь» 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 усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной

аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

Согласно РПД запланировано тестирование студентов.

#### **Типовые задания теста:**

1. Основные задачи, которые решает физика нефтяного и газового пласта?
2. Элементарный состав нефти характеризуется обязательным наличием пяти химических элементов?
3. Жидкая УВ фаза, выделяющаяся из газа при снижении давления?
4. Теплота смачивания – это тепло, которое выделяется или которое необходимо приложить в следующем случае?
5. Кнудсеновская область – это область?

## **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту. Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим работам и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

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

#### **2.4.1.1. Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. 1. Свойства природных и попутных газов. Состав природных и попутных газов. Основные физические свойства природных газов.

2. Уравнение состояния газов и газовых смесей: Уравнение состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона. Уравнения Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Идеальный и реальный газ. Природные смеси газообразных углеводородов.

3. Физико-химические свойства пластовой нефти: Нефтенасыщенность и методы ее определения. Групповой и химический состав нефти. Физико-химические, тепловые и электрические свойства пластовой нефти.

4. Физико-химические свойства пластовой нефти: Плотность. Вязкость. Реологические характеристики нефтей. Неньютоновские жидкости.

5. Физико-химические свойства пластовых вод: Состав пластовых вод. Плотность. Вязкость. Сжимаемость. Термическое расширение. Минерализация. Электропроводность. Растворимость природных газов в пластовой воде. Влияние давления и температуры на физические свойства пластовых вод. Жесткость и кислотность пластовых вод.

6. Поверхностное натяжение на границе фаз. Дисперсность. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация дисперсных систем. Пены, аэрозоли, суспензии, гидроксиды, гели, смолы, эмульсии, нефтяные дисперсные системы. Методы получения дисперсных систем – диспергирование и конденсация.

7. Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Работа когезии и адгезии. Уравнение Дюпре-Юнга. Теплота смачивания. Смачиваемость горных пород-коллекторов нефти и газа.

8. Основы термодинамики адсорбции. Классификация поверхностно-активных веществ и современные синтетические ПАВ. Адсорбция растворимых и нерастворимых ПАВ. Строение и свойства адсорбционных слоев. Уравнение Гиббса.

9. Классификация пористой структуры. Количественные характеристики пористых тел и порошков. Адсорбция на границе раздела фаз твердое тело – газ (пар) или жидкость. Удельная поверхность. Теплота адсорбции. Теория адсорбции газов и паров твердыми телами: Ленгмюра, БЭТ.

10. Фазовые равновесия в смесях углеводородов: Равновесные и неравновесные процессы. Фазовые состояния углеводородных систем. Фазовые диаграммы при изотермических и изобарических процессах.

#### **2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть 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 экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **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 интегральной оценки по 4-х балльной шкале. 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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.