



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра геологии нефти и газа



**Рабочая программа дисциплины**

Б1.Б.33.03 Физика нефтяного и газового пласта

Специальность 21.05.02. «Прикладная геология»  
Специализация «Геология нефти и газа»  
Квалификация выпускника – горный инженер-геолог  
Форма обучения: заочная

Согласовано с УМК геологического факультета

Протокол № 6 от «23» 03 2020 г.  
Председатель \_\_\_\_\_ А.Ф. Летникова

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7  
От «23» 03 2020 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
С. П. Прими́на

Иркутск 2020 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
5. Содержание дисциплины	6
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	6
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	12
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	13
5.4 Перечень лекционных занятий	14
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	15
6.1. План самостоятельной работы студентов	17
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	20
7. Примерная тематика курсовых работ	21
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины :	21
а) основная литература;	21
б) дополнительная литература;	21
в) программное обеспечение;	22
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	22
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	23
10. Образовательные технологии	24
11. Оценочные средства (ОС)	25

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель:** Освоить методы изучения физических характеристик керна и флюида глубоких скважин.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- Способы изучения физических свойств горных пород – коллекторов нефти и газа;
- Исследование физических свойств флюидов, насыщающих горные породы;
- Изучить процессы взаимодействия на границе сред: горная порода – флюид в различных термобарических условиях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Физика нефтяного и газового пласта» относится к математическому и естественно-научному циклу. Её изучение базируется на знаниях дисциплин «Математика», «Физика», «Литология», «Химия». Знания, полученные по «Физике нефтяного и газового пласта», используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Подземная гидромеханика», «Нефтегазопромисловая геология», «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа», «Основы разработки месторождений нефти и газа».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению (ПК-12);

способностью планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы (ПК-14);

В результате освоения дисциплины «Физика нефтяного и газового пласта» обучающийся должен:

Знать: методы изучения физических свойств горных пород-коллекторов нефти и газа и насыщающих их флюидов;

Уметь: использовать полученную информацию при подсчете запасов углеводородов и разработке месторождений;

Владеть: способами обработки и исследования керна на скважинах.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов (зачетных единиц)	Курс			
		3			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16				
В том числе:					
Лекции		4			
Практические занятия (ПЗ)		12			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	124				
В том числе:					
Контроль					
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i> самостоятельная проработка теоретического материала при подготовке к практической работе, подготовка к устному опросу					
Вид промежуточной аттестации	зачет	4			
<b>Контактная работа (всего)</b>	24,8				

Общая трудоемкость часы зачетные единицы	144				
	4				

## 5. Содержание дисциплины.

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

Тема 1. Введение

Тема 2. Физические свойства природных коллекторов нефти и газа

Тема 3. Пористость горных пород

Тема 4. Проницаемость горных пород

Тема 5. Коллектора трещинного типа

Тема 6. Удельная поверхность горных пород

Тема 7. Механические и тепловые свойства горных пород

Тема 8. Состав и физические свойства пластовых флюидов

Тема 9. Фазовые состояния флюидов в природных условиях

Тема 10. Физические основы вытеснения нефти водой и газом

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
1	Подземная гидромеханика	Темы 2, 3, 4, 5, 6			
2	Нефтегазопромысловая геология		Темы 4, 8		
3	Основы разработки месторождений нефти и газа			Темы 4, 7, 8, 10	
4	Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа				Темы 1, 3, 10

### 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий в часах					
		Лекции	Практ. занят.	Семинары	Лабор. зан.	СРС	Всего
1	Введение (тема 1)	0,4	1			8	9,4
2	Физические свойства природных коллекторов нефти и газа (тема 2)	0,4	1			8	9,4
3	Пористость горных пород (тема 3)	0,4	1			9	10,4
4	Проницаемость горных пород (тема 4)	0,4	2			9	11,4
5	Коллектора трещинного типа (тема 5)	0,4	2			9	11,4
6	Удельная поверхность горных пород (тема 6)	0,4	1			9	10,4
7	Механические и тепловые	0,4	1			9	10,4

	свойства горных пород (тема 7)						
8	Состав и физические свойства пластовых флюидов (тема 8)	0,4	1			9	10,4
9	Фазовые состояния флюидов в природных условиях (тема 9)	0,4	1			9	10,4
10	Физические основы вытеснения нефти водой и газом (тема 10)	0,4	1			9	10,4

#### 5.4 Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудовая нагрузка (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Введение (тема 1)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	ПК-12 ПК-14
2.	Физические свойства природных коллекторов нефти и газа (тема 2)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
3.	Пористость горных пород (тема 3)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
4.	Проницаемость горных пород (тема 4)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
5.	Коллектора трещинного типа (тема 5)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
6.	Удельная поверхность горных пород (тема 6)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
7.	Механические и тепловые свойства горных пород (тема 7)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
8.	Состав и физические свойства пластовых флюидов (тема 8)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
9.	Фазовые состояния флюидов в природных условиях (тема 9)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	
10.	Физические основы вытеснения нефти водой и газом (тема 10)	Традиционная лекция	0,4	Устный опрос	

#### 6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Трудовая нагрузка (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции

1	Введение (тема 1)	Определение статистической модели распределения минеральных частиц по размерам	1	РМ	ПК-12 ПК-14
2	Физические свойства природных коллекторов нефти и газа (тема 2)	1. Определение генезиса пород по гранулометрии 2. Определение удельной поверхности по гранулометрическому составу горных пород	1	РМ	
3	Пористость горных пород (тема 3)	Определение пористости по гранулометрии	1	РМ	
4	Проницаемость горных пород (тема 4)	1. Расчет фильтрационных коэффициентов $a$ и $b$ при линейной зависимости между депрессией и дебитом 2. Расчет фильтрационных коэффициентов при нелинейной зависимости между депрессией и дебитом 3. Определение проницаемости, динамической пористости, размера поровых каналов по результатам фильтрации газа через образцы горных пород	2	РМ	
5	Коллектора трещинного типа (тема 5)	Расчет ФЕС по закону Буссинеска	2	РМ	
6	Удельная поверхность горных пород (тема 6)	Определение удельной поверхности горных пород петрофизическим методом	1	РМ	
7	Механические и тепловые свойства горных пород (тема 7)	Решение задачи Ламэ	1	РМ	
8	Состав и физические свойства пластовых флюидов (тема 8)	1. Определение физических свойств газовых смесей в стандартных условиях 2. Определение коэффициента сверхсжимаемости газов 3. Определение физических свойств газожидкостных смесей в пластовых условиях	1	РМ	
9	Фазовые состояния флюидов в	Объемный коэффициент газа и жидкости в пластовых условиях	1	РМ	

	природных условиях (тема 9)				
10	Физические основы вытеснения нефти водой и газом (тема 10)	Определение параметров сопротивления фильтрации нефти по формуле Лапласа	1	PM	

PM – расчетная модель.

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	Подготовка к контрольной работе	Чтение литературы	Вся рекомендуемая литература	10
2.	Все темы	Работа над учебными материалами	Анализ полученного теоретического материала	Вся рекомендуемая литература	70
3.	Подготовка к зачету				4
4.	Текущие консультации				4

### 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

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

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

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

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

Текущая работа над учебными материалами включает в себя обработку конспектов лекций путем систематизации материала, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания лекции. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

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

Закрепление всего изученного материала осуществляется при выполнении

контрольного задания. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

## 7. Примерная тематика курсовых работ.

Курсовые работы не предусмотрены.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### а) основная литература:

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

### б) дополнительная литература:

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

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

**в) программное обеспечение:** компьютерные программы Microsoft Office Excel, STATISTICA

### г) информационно-справочные системы:

	Библиотека	Адрес
1	Научно-техническая библиотека ТПУ им. В.А. Обручева	<a href="http://www.lib.tri.ru">www.lib.tri.ru</a>
2	Научно-техническая библиотека ТГУ	<a href="http://www.tsu.ru">www.tsu.ru</a>
3	Научная библиотека Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина	<a href="http://www.gubkin.ru">www.gubkin.ru</a>
4	Научная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова	<a href="http://www.lib.msu.ru">www.lib.msu.ru</a>
5	Библиотека Санкт-Петербургского университета	<a href="http://www.unilib.neva.ru">www.unilib.neva.ru</a>
6	Библиотека естественных наук РАН	<a href="http://www.ben.irex.ru">www.ben.irex.ru</a>
7	Библиотека Академии наук	<a href="http://spb.org.ru.ban">spb.org.ru.ban.</a>
8	Библиотека ИГУ	

**д) поисковые системы** - [Google](http://www.google.com), [Yahoo!](http://www.yahoo.com), [Yandex](http://www.yandex.ru)

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

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

## 10. Образовательные технологии:

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

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

## 11. Оценочные средства (ОС):

### 11.1. Оценочные средства для входного контроля.

Входной контроль знаний не проводится.

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



## 11.2. Оценочные средства для текущего контроля.

Варианты задания для практических занятий и курсовой работы:

Задание №1

Исходные данные									
Состав газа, % <sub>об.</sub>						Параметры пласта			
CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	t <sub>пл</sub> , °C	P <sub>пл</sub> , МПа	L, м	R <sub>к</sub> , мкм
65	10	10	5	5	5	15	30	3000	1
Определить									
P <sub>y</sub>	b <sub>г</sub>	Тип АФ	Z <sub>ст</sub>	V <sub>ст</sub>	ρ <sub>ст</sub>	μ <sub>ст</sub>	v <sub>ст</sub>	d <sub>ст</sub>	
			Z <sub>пл</sub>	V <sub>пл</sub>	ρ <sub>пл</sub>	μ <sub>пл</sub>	v <sub>пл</sub>	d <sub>пл</sub>	

Задание №2

Исходные данные									
Состав газа, % <sub>об.</sub>						Параметры пласта			
CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	t <sub>пл</sub> , °C	P <sub>пл</sub> , атм	L, м	R <sub>к</sub> , мкм
70	10	5	5	5	5	25	250	2500	5
Определить									
P <sub>y</sub>	b <sub>г</sub>	Тип АФ	Z <sub>ст</sub>	V <sub>ст</sub>	ρ <sub>ст</sub>	μ <sub>ст</sub>	v <sub>ст</sub>	d <sub>ст</sub>	
			Z <sub>пл</sub>	V <sub>пл</sub>	ρ <sub>пл</sub>	μ <sub>пл</sub>	v <sub>пл</sub>	d <sub>пл</sub>	

Задание №3

Исходные данные									
Состав газа, % <sub>об.</sub>						Параметры пласта			
CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	t <sub>пл</sub> , °C	P <sub>пл</sub> , атм	L, м	R <sub>к</sub> , мкм
75	5	5	5	5	5	40	300	3000	10
Определить									
P <sub>y</sub>	b <sub>г</sub>	Тип АФ	Z <sub>ст</sub>	V <sub>ст</sub>	ρ <sub>ст</sub>	μ <sub>ст</sub>	v <sub>ст</sub>	d <sub>ст</sub>	
			Z <sub>пл</sub>	V <sub>пл</sub>	ρ <sub>пл</sub>	μ <sub>пл</sub>	v <sub>пл</sub>	d <sub>пл</sub>	

## 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет).

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Контрольная работа	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,	ПК-12 ПК-14

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

1. Двойные вероятностные модели пористости (на стенке скважины и в объеме пласта).
2. Опишите способы отбора и подготовки образцов керна на все виды анализа.

Примерный список вопросов к зачету.

- Задачи курса. Методы исследования.

- Моделирование в физике нефтяного и газового пласта.
- Системы физических величин, применяемых в физике нефтяного и газового пласта.
- Методы повышения нефтеотдачи пластов.
- Отбор и подготовка керна для исследования физических свойств горных пород.
- Силы, препятствующие движению флюидов по пласту. Эффекты Жамена.
- Гранулометрический состав пород, седиментационный анализ (цели исследований).
- Источники пластовой энергии.
- Пористость горных пород. Виды пористости.
- Определение состава фаз по закону Дальтона-Рауля. Понятие фугитивности.
- Методы определения пористости. Пористость по газу (прибор КОФСР-1).
- Критерии изучения газоконденсатных месторождений.
- Метод Преображенского.
- Оценка типа залежей по составу пластового газа.
- Метод Мельчера.
- Термодинамические условия добычи чистого газа, газоконденсата, нефти, разработки гидратных залежей.
- Статистические методы обработки данных ФЕС.
- Фазовые переходы углеводородных систем.
- Проницаемость горных пород и ее виды. Закон Дарси.
- Фазовые переходы многокомпонентных систем.
- Проницаемость горных пород по газу.
- Фазовые переходы однокомпонентных газов.
- Закон Дарси для газа.
- Основные законы газового состояния, отклонения от них углеводородных газов.
- Методы определения проницаемости горных пород.
- Определение коэффициента сверхсжимаемости газов.
- Фазовые проницаемости в системе нефть-вода.
- Тепловые свойства горных пород.
- Фазовые проницаемости в системе газ-жидкость.
- Механические свойства горных пород.
- Петрофизические зависимости ФЕС.
- Состав и физические свойства воды, нефти.
- Порометрия методом вдавливания ртути, метод полупроницаемых перегородок.
- Химический состав и физические свойства газов.
- Метод центрифугирования образцов. Функция Леверетта.
- Проявление упругих сил в процессе разработки месторождений нефти и газа.
- Обработка данных порометрии.
- Напряженное состояние горных пород в районе скважины. Уравнения Ламэ.
- Коллектора трещинного типа.
- Коэффициент бокового распора.
- Удельная поверхность горных пород.
- Критерии подобия в физике нефтяного и газового пласта.
- Методы определения удельной поверхности.
- Определение числа капилляров на единицу поверхности образца.

Разработчик:

  
(подпись)

ст. преподаватель Р.И. Нургатин

Программа рассмотрена на заседании кафедры геологии нефти и газа

«21» 03 2020 г.

Протокол № 7 Зав. кафедрой



С.П. Примина

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