

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

14.05.2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.01 Физика нефтегазового пласта**

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
05.04.01 Геология
- 2. Профиль подготовки/специализации:** нефтегазовая геофизика
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра геофизики
- 6. Составители программы:** Глазнев Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета,  
протокол № 6 от 14.05.2018 г.
- 8. Учебный год:** 2018/2019                      **Семестры:** 2

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Целью преподавания дисциплины «Физика нефтегазового пласта» является подготовка магистров, владеющих знаниями теоретических основ физических явлений, протекающих в нефтяных и газовых пластах, и физических механизмов миграции пластовых флюидов; обладающих умениями и навыками применения геофизических методов оценки физического состояния пластовой среды.

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование у обучаемых базисных знаний представлений о физических и физико-технологических свойствах пласта его многофазном и многокомпонентном составе;
- получение обучаемыми знаний о методах геофизических исследований для целей изучения физических свойств пласта;
- приобретение обучаемыми практических навыков изучения физических свойств пласта в нефтегазовом деле.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** блок Б1, вариативная часть.

Обучающийся должен иметь знания в рамках законченного высшего образования, а также владеть знаниями в области базовых и вариативных частей общенаучного и профессионального циклов дисциплин своего профиля подготовки. Изучение дисциплины предшествует освоению дисциплин "Сейсмические исследования в нефтегазовой геофизике", "Промысловая геофизика", "Комплексирование геофизических методов при поисках нефтегазовых месторождений".

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-3	Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.	Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в нефтяных и газовых пластах, основные физические механизмы миграции пластовых флюидов. Уметь: использовать базовые знания естественных наук и знания современных геофизических методов оценки физического состояния пластовой среды. Владеть: методами геофизического изучения физических и физико-технологических свойства пласта, подходами к описанию свойств пласта, как многофазной и многокомпонентной системе, владеть методами использования физических свойств пласта в нефтегазовом деле.
ПК-3	Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углублённых теоретических и практических знаний в области геологии.	Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в нефтяных и газовых пластах, основные физические механизмы миграции пластовых флюидов. Уметь: использовать базовые знания естественных наук и знания современных геофизических методов оценки физического состояния пластовой среды. Владеть: методами геофизического изучения физических и физико-технологических свойства пласта, подходами к описанию свойств пласта, как многофазной и многокомпонентной системе, владеть методами использования физических свойств пласта в нефтегазовом деле.

**12.1. Объем дисциплины в зачётных единицах/часах в соответствии с учебным планом – 2 / 72.**

**Форма промежуточной аттестации (зачёт/экзамен):** зачёт.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		2 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	12	12		
в том числе: лекции	-	-		
практические	12	12		
лабораторные	-	-		
Самостоятельная работа	60	60		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	0	0		
Итого:	72	72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1		
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Введение в физику пласта	Природные и технологические процессы в нефтегазовых пластах. Физика пласта в регулировании процессов разработки нефтяных и газовых залежей.
2.2	Коллекторские свойства нефтегазового пласта	Коэффициент проницаемости пласта и коэффициент фильтрации; связь между ними. Фильтрационная анизотропия и тензорная природа проницаемости. Закон фильтрации в анизотропных пластах. Обобщенный закон Дарси для многофазной фильтрации.
2.3	Фильтрационные процессы в пласте	Формулы Краснопольского-Шези, Смрекера и Форхгеймера. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Уравнения изотермического течения. Формула Пуазейля. Формула Дюпюи.. Модели фазовой фильтрации.
2.4	Деформационные процессы в пласте	Закон Гука. Коэффициент Лоде-Надаи. Шаровое и девиаторные напряжения. Диаграмма Мора. Процессы изменения пористости.
2.5	Тепловые процессы в пласте	Теплопроводность. Удельная теплоёмкость. Температуропроводность. Теплогенерация. Уравнения распространения тепла. Теплофизические свойства коллекторов. Литологические особенности. Роль РТ-условий в среде. Зависимость теплопроводности пород от температуры.
2.6	Свойства флюидной компоненты пласта	Состав природной нефти. Классификация нефтей. Состав природного газа. Компоненты природного газа. Классификация газовых месторождений. Состав пластовых вод. Флюидные системы. Типы месторождений по составу флюидов. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Уравнение состояния для смеси газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон Генри.
2.7	Фазовые состояния и поверхностные свойства пластовых систем	Фазы в пластовых системах. Условие равновесия фаз. Фазовые переходы первого рода. Функция Гиббса. Фазовые преобразования в пластовых системах. Уравнение Юнга. Уравнение Дюпре. Уравнение Дюпре-Юнга
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1		

#### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в физику пласта	-	1	-	5	6
2	Коллекторские свойства нефтегазового пласта	-	1	-	5	6
3	Фильтрационные процессы в пла-	-	2	-	10	12

	сте					
4	Деформационные процессы в пласте	-	2	-	10	12
5	Тепловые процессы в пласте	-	2	-	10	12
6	Свойства флюидной компоненты пласта	-	2	-	10	12
7	Фазовые состояния и поверхностные свойства пластовых систем	-	2	-	10	12
	Итого:	-	12	-	60	72

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Физика нефтегазового пласта» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Физика нефтегазового пласта» на Образовательном портале ВГУ - <https://edu.vsu.ru/>

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Боганик, Г.Н. Сейсморазведка : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Геофиз. методы поисков и разведки месторождений полез. ископаемых" направления подготовки дипломиров. специалистов "Технологии геол. разведки" / Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич ; Рос. гос. геологразвед. ун-т им. С.Орджоникидзе, Ассоц. науч.-техн. и делового сотрудничества по геофиз. исслед. и работам в скважинах .— Тверь : АИС, 2006 .— 743 с. : ил. — Предм. указ.: с.711-729 .— Библиогр.: с.730-733 .— ISBN 1810-5599.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Мирзаджанзаде, Азат Халилович. Физика нефтяного и газового пласта / А.Х. Мирзаджанзаде, И.М. Аметов, А.Г. Ковалев .— Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2005 .— VII, 267, [3] с. : ил., табл., портр. — (Современные нефтегазовые технологии / ред. совет: К.С. Басниев (гл. ред.) [и др.]) .— Библиогр.: с.268.
3	Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта / Ш.К.Гиматудинов, А.И.Ширковский. - М. : Недра, 1982 – 310 с.
4	Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта (физика нефтегазовых пластовых систем) / Н.Н.Михайлов. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 448 с.
5	Ржевский, Владимир Васильевич. Основы физики горных пород : учебник для студ. горных спец. вузов / В.В. Ржевский, Г.Я. Новик .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Недра, 1984 .— 359 с. : ил.
6	Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика / В.Н.Николаевский – М. : Недра, 1996. – 447с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
7	<a href="http://geo.web.ru/">http://geo.web.ru/</a>
8	<a href="http://geofiziki.ru">http://geofiziki.ru</a>
9	<a href="http://karotaznik.ru">http://karotaznik.ru</a>
10	<a href="http://heriot-watt.ru/">http://heriot-watt.ru/</a>
11	<a href="http://www.dobi.oglib.ru/">http://www.dobi.oglib.ru/</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Электронный курс лекций «Физика нефтегазового пласта» <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Электронный курс лекций «Физика нефтегазового пласта» на Образовательном портале ВГУ - <https://edu.vsu.ru/>

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

При освоении дисциплины Физика нефтегазового пласта используются:

- лаборатория информационных технологий: 15 компьютеров Intel Pentium IV, мультимедийная система на ТВ, Университетская пл., 1, ауд. 104п;
- лаборатория гравимагнитных методов: мультимедийные класс кафедры геофизики, проекционные аппараты, Университетская пл., 1, ауд. 101п;
- лаборатория петрофизики: компьютеры Intel Celeron – 2 шт., мультимедийная система на ТВ, Университетская пл., 1, ауд. 11п;
- образовательный портал «Электронный университет ВГУ»;
- библиотечный фонд ВГУ, Университетская пл., 1, ЗНБ.

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или её части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ОПК-3 Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры.</p>	<p>Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в нефтяных и газовых пластах, основные физические механизмы миграции пластовых флюидов. Уметь: использовать базовые знания естественных наук и знания современных геофизических методов оценки физического состояния пластовой среды. Владеть: методами геофизического изучения физических и физико-технологических свойства пласта, подходами к описанию свойств пласта, как многофазной и многокомпонентной системе, владеть методами использования физических свойств пласта в нефтегазовом деле.</p>	<p>Введение в физику пласта</p> <p>Коллекторские свойства нефтегазового пласта</p> <p>Фильтрационные процессы в пласте</p>	<p>Темы рефератов № 1-4</p>
<p>ПК-3 Способность создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углублённых теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>Знать: современные теоретические представления о физических процессах, протекающих в нефтяных и газовых пластах, основные физические механизмы миграции пластовых флюидов. Уметь: использовать базовые знания естественных наук и знания современных геофизических методов оценки физического состояния пластовой среды. Владеть: методами геофизического</p>	<p>Свойства флюидной компоненты пласта</p> <p>Деформационные процессы в пласте</p> <p>Тепловые процессы в пласте</p> <p>Фазовые состояния и поверхностные свойства пластовых систем</p>	<p>Темы рефератов № 5-13</p>

	изучения физических и физико-технологических свойства пласта, подходами к описанию свойств пласта, как многофазной и многокомпонентной системе, владеть методами использования физических свойств пласта в нефтегазовом деле.		
<b>Промежуточная аттестация - зачёт</b>			<b>КИМ №1</b>

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач физики нефтегазового пласта.	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач физики нефтегазового пласта, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач физики нефтегазового пласта.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач физики нефтегазового пласта.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

## 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Перечень вопросов к зачёту:

1. Понятие коллектора и не коллектора и их роль в формировании нефтегазового пласта.
2. Явление теплового и фильтрационного потоков.
3. Термогидродинамический градиент давления.
4. Понятие фазовой проницаемости.
5. Способы анализа строения и состава твёрдой фазы пласта.
6. Основные понятия фазового состояния углеводородной смеси.
7. Закон Дарси для многофазной фильтрации.
8. Основные параметры природных газов.
9. Понятие проницаемости. Закон Дарси и область его применимости.
10. Вязкость газовых смесей.
11. Нелинейные законы фильтрации.
12. Состав и свойства нефти в нефтегазовых пластах.
13. Коэффициент проницаемости пласта и коэффициент фильтрации; связь между ними.
14. Зависимости вязкости газовых смесей от термобарических условий.
15. Закон фильтрации в анизотропных пластах.

16. Растворимость газа в нефти.
17. Фильтрационная анизотропия и тензорная природа проницаемости.
18. Влияние состава нефти и термобарических условий на ее вязкость.
19. Роль внутривыводных поверхностных явлений в формировании активного и пассивного порового объема.
20. Физическое состояние углеводородных систем и вод в нефтегазовых пластах.
21. Понятие динамической пористости и эффективной проницаемости пластов
22. Фазовые превращения для многокомпонентных систем.
23. Характер механических взаимодействий между компонентами многофазных пластов.
24. Влияние пористой среды на процессы фазовых переходов.
25. Напряжения и деформации нефтегазового пласта.
26. Механическое взаимодействие скелета пласта с насыщающими его флюидами.
27. Перераспределение эффективных напряжений и сжимаемость пластов при фильтрации жидкости.
28. Связь фазовых превращений в пористой среде с компонентоотдачей пластов.
29. Пластовое давление и эффективные напряжения.
30. Фазовое состояние системы нефть-газ.
31. Влияние напряжённого состояния на свойства нефтегазового пласта.
32. Газоконденсатная характеристика залежи.
33. Изменение свойств пласта с глубиной.
34. Критические явления в углеводородных системах.
35. Вязкость пластовой нефти.
36. Аномальные пластовые давления.
37. Особенности поведения многокомпонентных углеводородных систем в критической области.
38. Уравнение теплопроводности для пласта.
39. Естественный тепловой режим нефтегазового пласта.
40. Растворимость природных газов в пластовой воде.
41. Тепловой поток, удельная теплоёмкость, коэффициент теплопроводности.
42. Состояние переходных зон нефть-вода, газ-вода, газ-нефть.
43. Тепловые свойства углеводородных газов и нефти.
44. Закономерности изменения состава углеводородных смесей в зависимости от термобарических условий залегания пластов.

### **19.3.2 Перечень практических заданий**

1. Природные и технологические процессы в нефтегазовых пластах. Физика пласта в регулировании процессов разработки нефтяных и газовых залежей.
2. Коэффициент проницаемости пласта и коэффициент фильтрации; связь между ними. Фильтрационная анизотропия и тензорная природа проницаемости. Закон фильтрации в анизотропных пластах. Обобщенный закон Дарси для многофазной фильтрации.
3. Формулы Краснопольского-Шези, Смрекера и Форхгеймера. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Уравнения изотермического течения. Формула Пуазейля. Формула Дюпюи. Модели фазовой фильтрации.
4. Закон Гука. Коэффициент Лодэ-Надаи. Шаровое и девиаторные напряжения. Диаграмма Мора. Процессы изменения пористости.
5. Теплопроводность. Удельная теплоёмкость. Температуропроводность. Теплогенерация. Уравнения распространения тепла. Теплофизические свойства коллекторов. Литологические особенности. Роль РТ-условий в среде. Зависимость теплопроводности пород от температуры.
6. Состав природной нефти. Классификация нефтей. Состав природного газа. Компоненты природного газа. Классификация газовых месторождений. Состав пластовых вод. Флюидные системы. Типы месторождений по составу флюидов. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Уравнение состояния для смеси газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон Генри.
7. Фазы в пластовых системах. Условие равновесия фаз. Фазовые переходы первого рода. Функция Гиббса. Фазовые преобразования в пластовых системах. Уравнение Юнга. Уравнение Дюпре. Уравнение Дюпре-Юнга

### **19.3.4 Тестовые задания**

#### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.5 Темы курсовых работ**

#### **19.3.6 Темы рефератов**

1. Физические процессы в нефтегазовых пластах.
2. Фильтрационная способность нефтегазового пласта.
3. Методы расчёта фильтрационных характеристик пласта.
4. Методы расчёта фильтрации для многофазных систем.
5. Деформационные процессы в нефтегазовых пластах.
6. Методы расчёта пластового давления и эффективных напряжений.
7. Процессы теплопроводности в нефтегазовых пластах.
8. Методы решения уравнение теплопроводности для пласта.
9. Свойства компонент пласта.
10. Вязкость газовых смесей при реальных термобарических условиях.
11. Вязкость нефти при реальных термобарических условиях.
12. Фазовые превращения углеводородных систем.
13. Методы оценки фазового состояния системы нефть-газ.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): тестирования и рефератов. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющих оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в области физики нефтегазового пласта.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.