

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Основы разработки нефтяных и газовых месторождений
по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в больших системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра прикладной механики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: А.П. Рощектаев, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной механики 18.03.2020

Аннотация

Дисциплина "Основы разработки нефтяных и газовых месторождений" отвечает за формирование базовых знаний по разработке нефтяных и газовых месторождений для использования на практике.. Дисциплина "Основы разработки нефтяных и газовых месторождений" важна для студентов - нефтяников, разработана для студентов магистратуры "Фундаментальная и прикладная геофизика" совместной образовательной программы ПАО "НК"Роснефть" - МФТИ. Особое внимание в дисциплине уделяется типам систем разработки месторождений, режимам работы пласта, оценкам объемов запасов, анализу материального баланса, скин фактору.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование базовых знаний по разработке нефтяных и газовых месторождений для использования на практике.

Задачи дисциплины

- дать студентам базовые знания по разработке нефтяных и газовых месторождений.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.2 Анализирует возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
ОПК-4 Способен применять методы математического, функционального и системного анализа для задач моделирования, анализа и синтеза автоматического управления техническими объектами	ОПК-4.1 Знает понятия, законы и теории математического, функционального и системного анализа
	ОПК-4.2 Проводит анализ и моделирование при помощи методов математического, функционального и системного анализа при решении прикладных и теоретических задач автоматического управления техническими объектами
ОПК-6 Способен разрабатывать новые и адаптировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами	ОПК-6.1 Владеет типовыми методами системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами
ПК-3 Способен к осуществлению теоретического и экспериментального исследования системно-аналитических комплексов и оценки построенных моделей	ПК-3.1 Владеет современными методами теоретического и экспериментального системно-аналитического исследования

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия, методы и способы разработки нефтяных и газовых месторождений;
- иметь представление о характерных значениях величин фильтрационно-емкостных свойств нефтенасыщенных коллекторов;
- иметь представление о современных проблемах разработки нефтяных месторождений.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач в области разработки;
- навыками грамотной обработки натурных данных и сопоставления их с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач сейсмологии.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Производительность скважин		6		3
2	Скин фактор		6		2
3	Проницаемость		5		2
4	Материальный баланс		4		3
5	Физико-химические свойства флюидов		4		2
6	Системы разработки месторождений		5		3
Итого часов			30		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Производительность скважин

Закон Дарси. Индикаторная кривая (IPR). Коэффициент продуктивности (PI). Индикаторная кривая Вогеля. Поправка Стендинга. Метод Фетковича. Закон Дюпюи.

2. Скин фактор

Понятие скин фактора. Расчет скин фактора. Программа расчета скин фактора (Джо Мак).

3. Проницаемость

Эффективная проницаемость. Относительная проницаемость.

4. Материальный баланс

Уравнение материального баланса. Вывод уравнения материального баланса. Применение уравнения материального баланса. Коэффициент извлечения нефти (КИН). Анализ материального баланса. Материальный баланс для газоносного пласта. Водоносные горизонты (аквифер).

5. Физико-химические свойства флюидов

Основные физико-химические свойства нефти, природного газа и их моделирование.

Корреляции для расчета физико-химических свойств нефти. Расчеты физико-химических свойств нефти по данным месторождений компании (практическое задание). Работа в группах.

6. Системы разработки месторождений

Типы систем разработки месторождений. Режимы работы пласта. Типы режимов работы пласта. Запасы. Оценка объемов запасов. Горизонтальные скважины. Производительность горизонтальных скважин.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Введение в геофизику месторождений углеводородов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Кочарян, С. Б. Турунтаев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2007 .— 348 с.
2. Горизонтальные скважины для добычи нефти, газа и битумов [Текст] : [монография] / Р. М. Батлер ; пер. с англ. А. А. Козин ; под ред. М. Н. Кравченко .— [Научное изд.] .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2010 .— 536 с.

Дополнительная литература

1. Крылов А.П., Глоголовский М.М., Мирчинк М.Ф., Николаевский Н.М., Чарный И.А. Научные основы разработки нефтяных месторождений. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004.
2. Р. Эрлагер мл. «Гидродинамические методы исследования скважин» . Москва – Ижевск. Ин-т компьютерных исследований. 2007. – 512 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

<http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

программные комплексы (учебные версии) Excel.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса «Основы разработки нефтяных и газовых месторождений» требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам семинаров, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях;
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов тестов, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи.

Литература для самостоятельной подготовки:

1. Дейк Л.П. Практический инжиниринг резервуаров: Перевод с английского под ред. М.Н. Кравченко.— Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — 668с.
2. Уолш М., Лейк Л. Первичные методы разработки месторождений углеводородов: Под ред. д.т.н., профессора Н.Н. Михайлова.— Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — 672с.
3. Экономидес М., Олини Р., Валько П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта От теории к практике: Под ред. А.Г. Загуренко.— Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. — 236с.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в больших системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра прикладной механики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

Разработчик: А.П. Рощектаев, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.2 Анализирует возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
ОПК-4 Способен применять методы математического, функционального и системного анализа для задач моделирования, анализа и синтеза автоматического управления техническими объектами	ОПК-4.1 Знает понятия, законы и теории математического, функционального и системного анализа
	ОПК-4.2 Проводит анализ и моделирование при помощи методов математического, функционального и системного анализа при решении прикладных и теоретических задач автоматического управления техническими объектами
ОПК-6 Способен разрабатывать новые и адаптировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами	ОПК-6.1 Владеет типовыми методами системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами
ПК-3 Способен к осуществлению теоретического и экспериментального исследования системно-аналитических комплексов и оценки построенных моделей	ПК-3.1 Владеет современными методами теоретического и экспериментального системно-аналитического исследования

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы разработки нефтяных и газовых месторождений» обучающийся должен:

знать:

- основные понятия, методы и способы разработки нефтяных и газовых месторождений;
- иметь представление о характерных значениях величин фильтрационно-емкостных свойств нефтенасыщенных коллекторов;
- иметь представление о современных проблемах разработки нефтяных месторождений.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и практики;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования задач в области разработки;
- навыками грамотной обработки натурных данных и сопоставления их с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач сейсмологии.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль заключается в учете посещения студентами занятий, а также в учете тех или иных видов активности студентов на семинарах: выполнения домашних заданий, решения задач на семинаре, обсуждения возникающих вопросов по текущему материалу и т.п. Данные по текущему контролю учитываются при выставлении оценок по зачету.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы разработки нефтяных и газовых месторождений» проводится в форме зачета (письменное задание).

Критерии оценивания

оценка «зачтено» выставляется студенту по результатам письменного задания, если он знает материал, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике.

оценка «не зачтено» выставляется студенту по результатам письменного задания, а также, если во время ответа он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Порядок выполнения письменного задания:

Во время выполнения письменного задания обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, калькуляторами.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Аттестация по дисциплине «Основы разработки нефтяных месторождений» проводится в форме дифференцированного зачета (письменного).

Пример письменного задания:

Задача 1 (2 балла):

Известно, что на псевдоустановившемся режиме вертикальная скважина работает со следующими параметрами:

Дебит нефти	$Q_o = 30 \text{ м}^3/\text{сут}$
Дебит воды	$Q_w = 0 \text{ м}^3/\text{сут}$
Забойное давление	$P_{wf} = 70 \text{ атм}$
Среднее пластовое давление	$P_r = 250 \text{ атм}$
Вязкость нефти	$\mu = 1.3 \text{ сПз}$
Объемный фактор	$B_o = 1.2 \text{ м}^3/\text{м}^3$
Радиус области дренирования	$R = 250 \text{ м}$
Радиус скважины	$R_w = 0.108 \text{ м}$
Скин-фактор	$S = 0$

Данная скважина рассматривается как кандидат на оптимизацию (снижение забойного давления) и проведение ГРП.

1. Определить коэффициент продуктивности (PI)
2. Рассчитать потенциальный дебит при забойном давлении 40 атм, до проведения ГРП при $S=0$
3. Рассчитать потенциальный дебит при забойном давлении 40 атм, после проведения ГРП при $S = -4.5$

Задача 2 (1балл):

В процессе глушения скважины, отфильтровавшаяся в призабойную зону жидкость, изменила проницаемость с 20 мД до 8 мД в радиусе 0,5 м. Радиус скважины – 0,108 м. Для очистки призабойной зоны применили кислотную обработку при этом проницаемость восстановилась до 70% от исходной. Вычислить скин – фактор до и после очистки призабойной зоны.

Задача 3 (1 балл):

По скважине с трещиной ГРП и пласту известно:

Проницаемость проппанта	$k_f = 300 \text{ Д}$
Проницаемость пласта	$k = 5 \text{ мД}$
Эффективная толщина пласта	$h = 30 \text{ м}$
Полудлина трещины	$x_f = 70 \text{ м}$
Ширина трещины	$w_f = 5 \text{ мм}$
Вязкость нефти	$\mu = 1,3 \text{ сПз}$
Пористость	$f = 0,18 \text{ д.е.}$
Сжимаемость	$C_t = 0.0001$
Радиус контура дренирования	$R_e = 500 \text{ м}$
Радиус скважины	$R_w = 0,108 \text{ м}$

Вычислить безразмерную проводимость трещины, оценить является ли проводимость трещины ограниченной или неограниченной. Вычислить скин-фактор.

Задача 4 (16балл)

Площадь нефтеносности	5200000 м ²	
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина		15 м
Начальная водонасыщенность	0.32	
Остаточная нефтенасыщенность	0.2	
Пористость	0.18	
Объёмный коэффициент нефти	1.25	
Плотность нефти	0.88 г/см ³	
Коэффициент сетки	0.8	
Коэффициент заводнения	0.95	

Рассчитайте балансовые и извлекаемые запасы (в тоннах) нефтяного месторождения

Задача 5(2 балла):

Имеются следующие данные по истории разработки объекта:

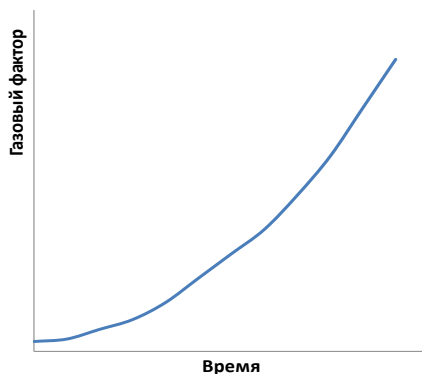
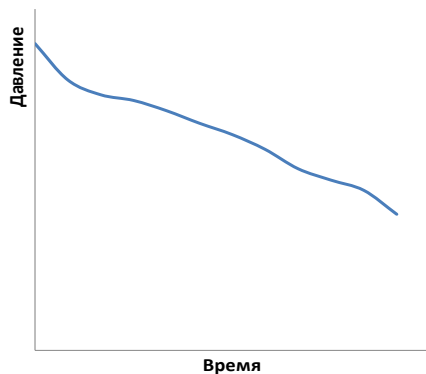
Накопленная добыча жидкости	4000 тыс. т.
Накопленная добыча нефти	1000 тыс. т.
Накопленная закачка воды	2500 тыс. м ³
Добыча жидкости за 2005	130 тыс. т.
Добыча нефти за 2005	15 тыс. т.
Текущая компенсация в 2005	120%
Плотность нефти	0.85 г/см ³
Плотность воды	1.05 г/см ³
Объёмный коэффициент нефти	1.16 м ³ /м ³
Объёмный коэффициент воды	1 м ³ /м ³

Рассчитать:

1. Накопленную компенсацию (за весь период разработки) и закачку воды в поверхностных условиях в 2005 году (привести величину в тыс. м³)
2. Объёмную обводнённость за 2005 г.

Задача 6 (16балл)

Укажите режим работы пласта исходя из приведенных зависимостей пластового давления и газового фактора от времени



Задача 7 (2 балла)

Накопленная добыча нефти	350000	т
Накопленная добыча воды	280000	м3
Накопленная закачка воды	610000	м3
Эффективная сжимаемость	0.00021	1/атм
Объёмный коэффициент нефти	1.2	м3/м3
Объёмный коэффициент воды	1	м3/м3
Начальное пластовое давление	220	атм
Текущее пластовое давление	160	атм

Пользуясь методом материального баланса, рассчитайте приток воды из-за контура (м3) для месторождения из задачи 4, которое разрабатывается в течение 4 лет

Пользуясь методом материального баланса, рассчитайте приток воды из-за контура (м3) для месторождения из задачи 4, которое разрабатывается в течение 4 лет

Задача 8 (3 балла):

Месторождение планируется разрабатывать рядной системой горизонтальных скважин. В силу технологических и экономических причин предельная длина ГС была выбрана равной 800 м, при этом планируемая площадь на скважин составляет 70 Га

Проницаемость пласта	5 мД
Отношение вертикальной проницаемости к горизонтальной	0.1 д.е
Толщина пласта	12 м
Вязкость нефти	2 сП
Объёмный фактор нефти	1.2 м3/м3
Обводненность	0 %
Забойное давление	50 атм
Среднее пластовое давление	200 атм
Радиус скважины	0,1 м

Рассчитайте расстояния между скважинами в ряду и рядами скважин, при которых дебит горизонтальных скважин будет максимальным. Рассчитайте дебит ГС. Сравните полученный дебит с дебитом вертикальной скважины, дренирующую ту же площадь при одинаковых среднем пластовом и забойном давлениях.

4.Критерии оценивания

Оценка	Набранные баллы
Зачтено	Более 9 баллов
Не зачтено	Менее 9 баллов

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Порядок выполнения письменного задания:

Во время выполнения письменного задания обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, калькуляторами.