

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет
Кафедра газовой и волновой динамики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
/Нигматулин Р.И./
« 10 » июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Подземная гидродинамика

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП: В-ПД

Фундаментальная механика

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры газовой и волновой динамики
(протокол № 15, « 10 » июня 2019 года)

Москва 2019

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки специальности «Фундаментальные математика и механика», реализуемой по схеме программы специалитета в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение 2016, 2014, 2015

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: *относится к вариативной части ОПОП ВО.*
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): *отсутствуют.*
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
УК-1	Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.
УК-2	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
УК-14	Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности.
ОПК-3	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
ОПК-4	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

<i>ПК-1</i>	Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации.
<i>ПК-2</i>	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики.
<i>ПК-3</i>	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.
<i>ПК-4</i>	Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

4. Формат обучения: стандартный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
1. Введение. Теории о происхождении углеводородов. Поиск природных залежей. Структура залежи. Этапы разработки.. Строительство скважины. Конструкция скважины. Геофизические методы исследования скважин. Специальные работы в скважине	3	2		2	1
2. Основные понятия и законы фильтрации нефти, газа и воды. Особенности движения флюидов в пористых средах.	3	2		2	1
3. Основы моделирования процессов фильтрации нефти, газа и воды. Понятие о режимах нефтегазовоносных пластов. Цель и этапы моделирования фильтрационных процессов. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Начальные и граничные условия.	3	2		2	1

4. Дифференциальные уравнения фильтрации флюидов в нефтегазоносных пластах. Уравнение неразрывности. Уравнение движения – закон Дарси.	3	2		2	1
5. Модели течения в неоднородных пластах. Слоисто-неоднородные и зонально-неоднородные пласты. Расчет дебита в неоднородных пластах.	4	2		2	2
6. Одномерные установившиеся потоки жидкости и газа в пористой среде. Функция Лейбензона. Схемы одномерных фильтрационных потоков. Расчёт основных характеристик (профиля давления, дебитов) одномерных потоков жидкости и газа по закону Дарси.	4	2		2	2
7. Расчёт основных характеристик одномерных потоков жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации. Случай аксиальной симметрии. Понятие совершенной скважины. Несовершенная скважина. Приведенный радиус. Скин- фактор.	4	2		2	2
8. Плоские установившиеся фильтрационные потоки. Потенциал точечного источника на плоскости. Уравнение Лапласа. Метод суперпозиции.	4	2		2	2

9. Группа скважин в пласте с удалённой границей. Прямолинейный контур питания. Эксцентрично расположенная скважина.	4	2		2	2
10. Текущий контроль успеваемости. Собеседование в устной форме	4				4
11. Неустановившееся движение упругой жидкости в упругой пористой среде. Подсчёт упругого запаса жидкости в пласте. Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации по различным законам.	4	2		2	2
12. Автомодельное решение уравнения пьезопроводности. Расчет изменения давления в пласте при различных режимах работы скважины.	4	2		2	2
13. Одномерные потоки. Точные решения. Основная формула теории упругого режима. Интерференция скважин в условиях упругого режима. Определение коллекторских свойств по КВД при упругих режимах	4	2		2	2
14. Запуск и остановка скважин. Изменение режима работы скважин.	4	2		2	2
15. Неустановившееся движение газа в пористой среде. Дифференциальные уравнения неустановившейся фильтрации газа. Линеаризация уравнения Лейбензона. Решение линеаризованного уравнения.	4	2		2	2

Метод суперпозиции в задачах фильтрации газа.					
16. Кинематические условия на подвижной границе. Модель поршневого вытеснения. Постановка задач поршневого вытеснения. Прямолинейно-параллельное вытеснение нефти водой. Аксиально-симметричное вытеснение нефти водой. Устойчивость движущейся границы раздела фаз.	4	2		2	2
17. Обобщённый закон Дарси для многофазных течений. Относительные фазовые проницаемости. Математические модели процесса. Уравнение и функция Баклея-Левретта. Решение уравнения Баклея-Левретта.	4	2		2	2
18. Капиллярное давление. Роль капиллярного давления. Уравнение Раппопорта-Лиса. Обобщенное уравнение Раппопорта-Лиса для анизотропных сред	4	2		2	2
Промежуточная аттестация: экзамен (указывается форма проведения)	4				(количество часов, ** отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	72				

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** , отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости: собеседование в устной форме.

Вопросы к собеседованию

1. Теории о происхождения углеводородов
2. Поиск природных залежей
3. Структура залежи
4. Этапы разработки
5. Конструкция скважины (забой, устье, ствол скважины, глубина скважины, профили скважин, обсадная колонна).
6. Устройство буровой установки. Элементы бурового инструмента (ротор, долото, бурильные трубы). Что такое буровой раствор, для чего он используется.
7. Геофизические методы исследования скважин.
8. Специальные работы в скважине
9. Понятие пористой среды.
10. Пористость, просветность.
11. Скорость фильтрации.
12. Проницаемость.
13. Фиктивный грунт.
14. Идеальный грунт
15. Фильтрационное число Рейнольдса. Линейный закон фильтрации Дарси.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации: собеседование со слушателями для оценки усвояемости материала и консультаций.

Вопросы к экзамену.

1. Теории о происхождения углеводородов
2. Поиск природных залежей
3. Структура залежи
4. Этапы разработки
5. Конструкция скважины (забой, устье, ствол скважины, глубина скважины, профили скважин, обсадная колонна).

6. Устройство буровой установки. Элементы бурового инструмента (ротор, долото, бурильные трубы). Что такое буровой раствор, для чего он используется.
7. Геофизические методы исследования скважин.
8. Специальные работы в скважине
9. Понятие пористой среды.
10. Пористость, просветность.
11. Скорость фильтрации.
12. Проницаемость.
13. Фиктивный грунт.
14. Идеальный грунт
15. Фильтрационное число Рейнольдса.
16. Линейный закон фильтрации Дарси.
17. Нелинейный закон фильтрации
18. Понятие о режимах нефтегазовоносных пластов.
19. Цель и этапы моделирования фильтрационных процессов.
20. Физическое моделирование.
21. Математическое моделирование. Начальные и граничные условия.
22. Уравнение неразрывности.
23. Уравнение движения – закон Дарси.
24. Зависимость параметров среды и флюидов от давления.
25. Уравнение нестационарной однофазной фильтрации по закону Дарси.
26. Функция Лейбензона.
27. Схемы одномерных флюидных потоков.
28. Расчёт основных характеристик (профиля давления, дебитов) одномерных потоков жидкости и газа по закону Дарси.
29. Фильтрация в неоднородных пластах.
30. Приток к несовершенным скважинам.
31. Потенциал точечного источника на плоскости.
32. Уравнение Лапласа. Метод суперпозиции.
33. Группа скважин в пласте с удалённой границей.

34. Прямолинейный контур питания.
35. Эксцентрично расположенная скважина.
36. Подсчёт упругого запаса жидкости в пласте.
37. Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации по различным законам.
38. Одномерные потоки. Точные решения. Основная формула теории упругого режима.
39. Интерференция скважин в условиях упругого режима.
40. Кинематические условия на подвижной границе.
41. Модель поршневого вытеснения.
42. Постановка задач поршневого вытеснения.
43. Обобщённый закон Дарси для многофазных течений.
44. Относительные фазовые проницаемости. Капиллярное давление.
45. Математические модели процесса.
46. Уравнение Раппопорта-Лиса. Роль капиллярного давления.
47. Уравнение и функция Баклея-Левретта.
48. Решение уравнения Баклея-Левретта.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: устные опросы)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности)	Успешное и систематическое умение

<i>контрольные задания)</i>			непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР)</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

1. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в пластах. М.: Недра, 1984. 207 с.
2. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика. М.: Ижевск Институт компьютерных исследований. 2005.
3. Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. - М.:Альянс, 2007.
4. Кравченко М.Н., Разбегина Е.Г. Прикладные задачи теории фильтрации Методическое пособие к расчетным задачам по теории фильтрации- М. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина . 2003
5. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: Интерконтакт Наука, 2008, 174 с.
6. Чарный А.И. Подземная гидрогазодинамика. -М.-Ижевскс: Институт компьютерных исследований, 2007.-228

Дополнительная литература:

1. Коллинз Р. Течение жидкости через пористые материалы. М.: Мир, 1964, 207 с.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. М.: Наука, Т1 и Т2.1988. -336 и 358 с.
3. Брилл. Многофазный поток в скважинах .-М.-Ижевскс: Институт компьютерных исследований (ред. Кравченко М.Н.) 2006.
4. Дейк Л.П. Практический инжиниринг резервуаров. .-М.-Ижевскс: Институт компьютерных исследований (ред. Кравченко М.Н.) 2007
5. Батлер. Строительство горизонтальных скважин. -М.-Ижевскс: Институт компьютерных исследований (ред. Кравченко М.Н.) 2010

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: М.Н. Кравченко

11. Автор (авторы) программы: Кравченко М.Н.