

Федеральное агентство научных организаций  
Российская академия наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН»  
(ИМАШ РАН)

Одобрено на Учёном совете  
ИМАШ РАН  
Протокол № 4  
«12» августа 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Временно исполняющий обязанности  
директора ИМАШ РАН д.т.н., проф.

В.А. Глазунов  
«19» августа 20 15 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА»

Направление подготовки

21.06.01 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность (профиль) программы

25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Заочная

Москва

20 15

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Подземная гидромеханика» реализуется в рамках **Блока 1** Основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) аспирантам очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 21.06.01 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

Рабочая программа разработана с учётом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 21.06.01 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 886, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 25 августа 2014 года № 33816.

Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану составляет 3 зач. ед. (108 часов), из них лекций – 24 часа, практических (семинарских) занятий – 30 часов, лабораторных занятий – 0 часов, самостоятельной работы – 54 часов. Дисциплина реализуется на 2-м курсе, в 4-м (осеннем) семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачётно-экзаменационной сессии в форме зачёта.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины «Подземная гидромеханика»:**

**Цель:**

- усвоение законов движения жидкости и газа в пористых средах, а также применение этих законов к задачам инженерной практики.

**Задачи:**

- изучить основные законы движения жидкости, газа и газожидкостных смесей в пористых средах;
- выявить отличительные особенности фильтрации в сравнении с движением жидкости и газа по трубам.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Подземная гидромеханика» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 21.06.01 – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

**а) универсальные (УК):**

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- готовностью докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной научной работы (ОПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основные понятия и законы фильтрации нефти и газа;
- типы пород коллекторов нефти и газа;
- методы измерения пористости и проницаемости;
- состав и классификация нефтей и газов.

**Уметь:**

- определять физические свойства пород коллекторов нефти и газа;
- определять состав и физические свойства нефтей и газов;
- определять насыщенность пород;
- определять влагосодержание газов;
- определять фильтрационные параметры нефти и газа.

**Владеть:**

- методами определения фильтрационных параметров пласта;
- методами решения основных задач подземной гидромеханики;
- навыками оценки гидродинамического состояния и фильтрационных характеристик приквасинных зон продуктивных пластов.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

##### Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость					
	общая		из них			
	зач.ед	час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам..
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ</b> по Учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>84</b>
<i><b>Аудиторные занятия</b></i>	<b>0,65</b>	<b>24</b>	24			
Лекции (Л)	0,65	24	24			
Практические занятия (ПЗ)	0	0		0		
Семинары (С)	0	0			0	
<i><b>Самостоятельная работа (СР) в т.ч. с учётом промежуточного и итогового контроля</b></i>	<b>2,35</b>	<b>84</b>				<b>84</b>
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины, подготовка к экзамену	2,35	84				<b>84</b>
<b>Вид контроля:</b>	<b>зачёт</b>					

#### 3.2. Содержание разделов дисциплины

##### Общее содержание дисциплины

№ Раздела	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
	<b>Введение. Основные понятия и законы.</b>	
1	Введение в подземную гидромеханику. Основные определения и понятия	Элементы Фильтрации. Предмет подземной гидромеханики. Определения фильтрации. Грунты: идеальный и фиктивный. Пористость и проницаемость. Скорость фильтрации.
2	Свойства проницаемой среды. Закон Дарси.	Закон фильтрации Дарси. Проницаемость пористой среды. Опыт и закон Дарси. Коэффициент фильтрации. Проницаемость пористой среды. Коэффициент проницаемости и его размерность. Границы применения закона Дарси. Законы фильтрации, отличные от закона Дарси. Режимы нефтегазовых пластов
	<b>Вывод основных дифференциальных уравнений подземной гидромеханики</b>	
3	Вывод дифференциальных уравнений фильтрации флюидов в пластах	Дифференциальные уравнения фильтрации флюидов в пластах. Вывод дифференциальных уравнений неразрывности и движения. Зависимость параметров флюидов в пористой среде от давления (уравнения состояния)
4	Вывод дифференциальных уравнений движения несжимаемой	Установившееся движение несжимаемой жидкости в пористой среде. Вывод дифференциального уравнения установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси. Одномерные фильтрационные потоки в однородных пластах. Формула дебита Дюпюи.

	жидкости в пористой среде	Индикаторная линия.
<b>Установившаяся фильтрация жидкости</b>		
5	Фильтрация жидкости в неоднородном пласте. Фильтрация при нарушении закона Дарси	Коэффициент продуктивности скважины. Коэффициент гидропроводности. Воронка депрессии. Средневзвешенное давление пласта. Приток жидкости к скважине при нарушении закона Дарси. Фильтрационные потоки в неоднородных пластах.
6	Установившиеся безнапорные фильтрационные потоки жидкости	Установившиеся безнапорные фильтрационные потоки жидкости. Движение жидкости к дренажной галерее и к скважине. Формулы скорости фильтрации, дебита, распределения давления. Индикаторная линия.
<b>Установившаяся одномерная фильтрация</b>		
7	Установившаяся плоская и радиальная фильтрация жидкости	Установившаяся плоская фильтрация жидкости. Источники и стоки. Приток к группе скважин. Интерференция скважин. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Принцип суперпозиции. Приток жидкости к группе скважин в пласте с удаленным контуром питания. Приток жидкости к скважине с прямолинейным контуром питания. Приток жидкости к скважине, эксцентрично расположенной в круговом пласте. Приток жидкости к бесконечным цепочкам и кольцевым батареям скважин
8	Интерференция скважин	Количественная оценка эффекта интерференции скважин. Расчет дебитов скважин с помощью схем эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Приток жидкости к скважине вблизи непроницаемой границы и между сбросами (клин). Метод отображения источников и стоков.
9	Приток к несовершенным скважинам	Приток к несовершенным скважинам. Несовершенство по степени вскрытия и по характеру вскрытия пласта. Дебит несовершенной скважины по М. Маскету и с использованием дополнительных фильтрационных сопротивлений. Приведенный радиус совершенной скважины.

### 3.3 Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практич. (семинар) задания	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Введение в подземную гидромеханику. Основные определения и понятия	2	4			6
2	Свойства проницаемой среды. Закон Дарси.	3	3			6
3	Вывод дифференциальных уравнений фильтрации флюидов в пластах	3	3			6

4	Вывод дифференциальных уравнений движения несжимаемой жидкости в пористой среде	3	3			6
5	Фильтрация жидкости в неоднородном пласте. Фильтрация при нарушении закона Дарси	3	3			6
6	Установившиеся безнапорные фильтрационные потоки жидкости	3	3			6
7	Установившаяся плоская и радиальная фильтрация жидкости	2	4			6
8	Интерференция скважин	3	3			6
9	Приток к несовершенным скважинам	2	4			6
	Итого часов	24	30	0	0	54
	Общая трудоёмкость	108 час. 3 зач. ед.				

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены.

#### **4. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором и экраном.

На лекционных занятиях демонстрируются презентации с помощью мультимедийных технологий.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### *Основная литература*

1. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика: Учебник для ВУЗов.-М.: Недра, 1993.-416 с.
2. Пыхачев Г.Б., Исаев Р.Г. Подземная гидравлика. М.: Недра, 1973. - 359 с.
3. Телков А.П. Подземная гидрогазодинамика. Уфа: Уфимский нефтяной институт, 1974.- 224 с.

##### *Дополнительная литература*

1. Булыгин В.Я. Гидромеханика нефтяного пласта. - М.: Недра, 1974. - 232 с.
2. Девликамов В.В., Хабибуллин З.А., Зюрин В.Г. Подземная гидрогазодинамика: Учеб. Пособие. – Уфа: УНИ, 1987. - 86 с.
3. В.Н.Щелкачев, Б.Б.Лапук Подземная гидравлика. Учебное пособие для студентов нефтегазовых специальностей университетов. Москва • Ижевск 2001.
4. Учебно-методическое пособие «Подземная гидромеханика». Составители: Рогачёв М.К., Харин А.Ю. Уфа 2004.
5. Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. М.: Недра, 1979.- 167 с.
6. Электронный учебник «Подземная гидромеханика» Copyright © 2002 Некомерческий фонд им. профессора А.В. Аксарина.
7. Электронные учебники по курсу Подземная гидромеханика Copyright © 2004 Краснодарский НИИ.

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для успешного освоения курса, помимо посещения лекций и семинаров, от аспирантов требуется самостоятельная работа в объёме не менее, чем те часы, которые указаны для каждого раздела программы. В основном, это время отводится на самостоятельное решение задач. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций.

Учебный процесс обеспечивается наличием следующего материально-технического оборудования:

- 1) кабинеты-аудитории, оснащенные компьютером с проектором, обычной доской, партами, кафедрами – для проведения лекционных и практических занятий;
- 2) библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.