

УДК 622.276.031:53(075.8)

ББК 26.325.31я73

Ш 51

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
Северо-Кавказского федерального  
университета

- Шестерень А. О., Коломийцев А. В., Шлютер М.**  
Ш 51 **Гидравлика многофазных потоков в добыче нефти /**  
**Multiphase flow hydraulics in oil production:** учебное по-  
сobie на англ. яз. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. –  
104 с.

Пособие разработано в соответствии с программой дисциплины и ФГОС ВО Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования; представляет курс лекций, в котором приведены общие и частные уравнения и законы механики многофазных жидкостей. Рассмотрено движение многофазных смесей с учетом фазовых переходов. Показаны примеры решения некоторых прикладных задач. Предложены модели, упрощающие описание многофазных смесей и доводящие их до вычислительного алгоритма.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

**Авторы:**

ст. преподаватель **А. О. Шестерень**,  
ассистент **А. В. Коломийцев**,  
д-р техн. наук, профессор **М. Шлютер**

**Рецензент:**

д-р техн. наук, доцент **А.-Г. Г. Керимов**,  
Ведущий специалист отдела проектирования  
и мониторинга разработки месторождений  
республики Дагестан ООО «НК «Роснефть» НТЦ»,  
канд. геол.-минерал. наук **А. А. Папоротная**

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский  
федеральный университет», 2019

# CONTENTS

Introduction .....	5
<b>1. FUNDAMENTALS OF RESERVOIR FLUID FLOW</b>	
1.1. Types of fluids .....	7
1.2. Incompressible Fluid .....	8
1.3. Compressible Fluid .....	9
<b>2. FLOW REGIMES</b>	
2.1. Steady-State Flow .....	11
2.2. Unsteady-State Flow .....	11
2.3. Pseudosteady-State Flow .....	12
<b>3. RESERVOIR GEOMETRY</b>	
3.1. Radial Flow .....	13
3.2. Linear Flow .....	13
3.3. Spherical and Hemispherical Flow .....	13
<b>4. NUMBER OF FLOWING FLUIDS IN THE RESERVOIR. FLUID FLOW EQUATIONS</b>	
4.1. Number of flowing fluids in the reservoir .....	16
4.2. Fluid flow equations .....	16
<b>5. THE LINE SOURCE SOLUTION</b>	
5.1. Linear Flow of Incompressible Fluids .....	19
5.2. Radial flow model of an incompressible fluid .....	20
<b>6. APPROXIMATION OF THE GAS FLOW RATE</b>	
6.1. Pressure-squared method .....	27
6.2. Horizontal Multiple-Phase Flow .....	27
<b>7. UNSTEADY-STATE FLOW</b>	
7.1. Pressure disturbance as a function of time .....	31
7.2. Unsteady-state flowing condition.....	32

## **8. CONSTANT-TERMINAL-PRESSURE SOLUTION. CONSTANT-TERMINAL-RATE SOLUTION**

8.1. Constant-terminal-pressure solution .....	35
8.2. Constant-terminal-rate solution .....	35
8.3. Infinite-Acting Reservoir .....	41
8.4. Finite-Radial Reservoir .....	41

## **9. PSEUDOSTEADY-STATE FLOW**

9.1. Pseudosteady (semisteady) – state flow .....	43
9.2. Pressure-Squared Approximation Method .....	45
9.3. Skin Factor .....	45
9.4. Turbulent Flow Factor .....	46
9.5. Turbulent Flow Factor .....	49

## **APPENDIX**

### **LABORATORY WORKS**

1. Characterisation and modelling of flow patterns .....	53
2. The Radial Model .....	59
3. The Steady State Solution .....	64
4. Non-Steady State Flow Regimes and Dimensionless Variables .....	69
5. The line source solution .....	73
6. The constant terminal pressure solution .....	82
7. Principle of Superposition and Approximation of Variable – Rate Pressure Histories .....	87
8. Effects of Rate Changes .....	92
9. Simulating Boundary Effects (Image Wells) .....	96
Conclusion .....	102
References .....	103