

А

**СЕРИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

---

*Спонсор серии:* Российский государственный университет  
нефти и газа им. И. М. Губкина

**Вышли в свет:**

*Н. Накиценович, А. Грицевский, А. Грюблер, К. Риахи*  
Мировые перспективы природного газа

*В. Н. Щелкачев, Б. Б. Лапук*  
Подземная гидравлика

*Р. Д. Каневская*  
Математическое моделирование гидродинамических процессов  
разработки месторождений углеводородов

*Б. Б. Лапук*  
Теоретические основы разработки месторождений природных газов

*В.Н. Щелкачев*  
Отечественная и мировая нефтедобыча – история развития,  
современное состояние и прогнозы

*М.М. Хасанов, Г.Т. Булгакова*  
Нелинейные и неравновесные эффекты в реологически сложных  
средах

*К.С. Басниев, Н.М. Дмитриев, Г.Д. Розенберг*  
Нефтегазовая гидромеханика

*В.Л. Данилов*  
Вариационный принцип наименьшей скорости рассеяния энергии при  
фильтрации жидкостей в пористой среде и его приложения

*Г.И. Фукс*  
Вязкость и пластичность нефтепродуктов

*И.Н. Стрижов, И.Е. Ходанович*  
Добыча газа

## Оглавление

Введение	5
Глава 1. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА	11
1.1. Закон сохранения массы	11
1.2. Закон Дарси	15
1.3. Модели фильтрации	16
1.4. Свойства флюидов и породы	20
1.5. Начальные условия	25
1.6. Граничные условия	26
Глава 2. МЕТОДЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ УРАВНЕНИЙ И ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ	28
2.1. Дискретизация по пространству	28
2.2. Дискретизация по времени	31
2.3. Дискретизация уравнений в двух– и трехмерном случае	33
2.4. Погрешности дискретизации	34
2.5. Типы сеток и задание граничных условий	39
2.6. Понятие о материальном балансе	42
Глава 3. ДИСКРЕТИЗАЦИЯ И РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	43
3.1. Дискретизация производной по времени	43
3.2. Дискретизация производных по пространству, аппроксима- ция проводимостей	44
3.3. Аппроксимация проводимостей по времени	48
3.4. Аппроксимация слагаемых, учитывающих источники и стоки	50
3.5. Неявная схема для уравнений многофазной фильтрации. Метод совместного решения (SS-метод)	50
3.6. Метод неявный по давлению, явный по насыщенности (IMPES-)	55
3.7. Анализ устойчивости и выбор шага по времени для IMPES– и SS–методов	57
Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ СКВАЖИН	62
4.1. Учет скважины в сеточной модели пласта	62
4.2. Моделирование горизонтальных скважин и трещин гидрав- лического разрыва	65
4.3. Обобщение формул притока на случай многофазной фильтрации	68
4.4. Моделирование скважин, вскрывающих несколько слоев	72

4.5. Моделирование технологических ограничений при работе скважин	73
Глава 5. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ	75
5.1. Определение геометрических размеров пласта	77
5.2. Данные о пористости	77
5.3. Информация о насыщенности и капиллярном давлении	78
5.4. Данные об абсолютной проницаемости	78
5.5. Данные об относительных фазовых проницаемостях	84
Глава 6. СХЕМАТИЗАЦИЯ ПЛАСТА И ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ	90
6.1. Схематизация пласта путем введения модифицированных фазовых проницаемостей и псевдокапиллярного давления	90
6.2. Моделирование кавернозно–трещиновато–поровых пластов	97
6.3. Выбор модели фильтрации	98
6.4. Определение размерности модели	99
6.6. Определение размеров расчетных блоков	100
6.7. Задание исходных данных для моделирования	102
Глава 7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСЧЕТНЫХ БЛОКОВ. МАСШТАБИРОВАНИЕ И ОСРЕДНЕНИЕ	104
7.1. Постановка задачи об определении эффективной проницаемости	104
7.2. Определение эффективной проницаемости укрупненного расчетного блока	106
7.3. Укрупнение масштаба при двухфазной фильтрации	113
Глава 8. ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ИСТОРИИ РАЗРАБОТКИ. ПОСТОЯННОДЕЙСТВУЮЩИЕ МОДЕЛИ. ПРОГНОЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ	114
8.1. Воспроизведение истории разработки – неотъемлемый этап моделирования	114
8.2. Некоторые рекомендации по воспроизведению истории разработки	115
8.3. Процедура воспроизведения истории разработки	117
8.4. Прогнозирование технологических показателей	119
Заключение	122
Литература	124