


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК  
Кафедра фундаментальной математики и механики

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК

 Заведующий  
кафедрой к. ф.-м. п.

А. П. Девятков

27.06. 2022г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
магистерская диссертация

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО  
БАЛАНСА ДЛЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

01.04.01 Математика

Магистерская программа «*Вычислительная механика*»

Выполнила работу  
Студентка 2 курса  
очной формы обучения



Батурина Светлана  
Юрьевна

Руководитель работы  
доцент



Мачулис  
Владислав  
Владимирович

Рецензент  
к.т.н., главный специалист  
Управление проектного  
сопровождения  
разрабатываемых  
месторождений  
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-  
Инжиниринг»  
«КогалымНИПИнефть» в  
г. Тюмени



Серебренников Илья  
Валерьевич

Тюмень

2022

## Оглавление

Список терминов.....	2
Введение .....	4
Заключение .....	5
Список литературы .....	6

## Список терминов

$N_p B_o$  - Кумулятивная добыча нефти

$B_0$  – Нефть

$B_t$  - Композитная нефть ( $B_0 + (R_{si} - R_{so})B_g$ )

$B_{tw}$  - Композитная вода ( $B_w + (R_{swi} - R_{sw})B_g$ )

$c_f$  - Сжимаемость пласта(породы)

$S_0$  - Нефтенасыщенность

$S_w$  - Водонасыщенность

$G$  - Начальное значение газа

$G_i$  - Совокупность нагнетаемого газа

$G_{pc}$  - Совокупный произведенный газ газовой шапки

$G_{ps}$  - Совокупный раствор выделившегося газа

$m$  - Отношение объема газового пласта к объему нефтяного пласта

$N$  - Начальное значение нефти

$N_p$  - Совокупная добыча нефти

$R_{so}$  - Отношение газа-нефти

$R_{si}$  - Изначальное соотношение газа и нефти

$R_{sw}$  - Отношение газа и воды

$R_{swi}$  - Изначальное соотношение газа и воды

$G_{ps} B_g$  - Кумулятивный раствор газа, полученного в виде выделившегося газа

$G_{pc} B_{gc}$  - Кумулятивная добыча газа в газовой шапке

$G_i B'_g$  - Кумулятивная закачка газа

$S_g$  - Газонасыщенность

$S_{wi}$  - Начальная водонасыщенность

$S_{wig}$  - Начальное водонасыщение в газовой шапке

$S_{wio}$  - Начальная водонасыщенность в нефтяной зоне

$B_g$  - Объемный коэффициент газообразования  
 $B_{gc}$  - Газовая шапка  
 $B'_g$  - Нагнетаемый газ  
 $W_e$  - Совокупный приток воды  
 $W_i$  - Совокупность нагнетаемой воды  
 $W_p$  - Совокупность откачанной воды  
 $\Delta P$  - Изменение пластового давления ( $P_i - P$ )  
 $P_i$  - Начальное пластовое давление  
 $P$  - Пластовое давление, соответствующее совокупному времени  
 $ND_o$  - Изменение объема исходной нефти и попутного газа  
 $ND_{og}$  - Изменение объема свободного газа  
 $N(D_w + D_{gw})$  - Изменение объема исходной связанной воды  
 $ND_r$  - Изменение объема пор пласта  
 $N_p R_{so} B_g$  - Кумулятивный газ, полученный в растворе с нефтью  
 $W_e B_w$  - Кумулятивный приток воды  
 $W_i B_w$  - Кумулятивный впрыск воды  
 $W_p B_w$  - Кумулятивное производство воды

## Введение

Уравнение материального баланса (МБ) – это универсальный инструмент, который позволяет оценить запасы углеводородов, объемы воды, поступающей из законтурной области, и режимы разработки месторождения. Очевидное преимущество использования уравнения МБ по сравнению с процессом построения и адаптации гидродинамической модели месторождения – использование минимального набора исходной информации

По мере добычи нефти параметры изменяются. Их изменение зависит от начального содержания углеводородов в недрах, т.е. “запасов в пласте” и поведения залежи в процессе разработки. Таким образом представляется возможным на базе изучения количественных изменений параметров пластовой системы определить величину запасов в залежи (или участке) путем составления так называемого материального баланса, который основан на законе сохранения материи.

Этот метод является динамическим, его применение требует тщательного изучения пласта с самого начала разработки (систематические замеры пластовых давлений в скважинах, учет точного отбора нефти, воды, исследования кернов и глубинных проб нефти).

Целью выпускной квалификационной работы является идентифицировать параметры модели материального баланса нефтяного месторождения. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить литературу по данной теме;
- описать особенности выбранного метода для идентификации;
- реализовать на практике алгоритм рассматриваемого метода
- получить значения идентифицируемых параметров

## Заключение

Сегодня несмотря на то, что метод материального баланса был известен и применяется инженерами и учеными давно в различных областях, находятся все новые направления его применения. Кроме того, развитие современной вычислительной техники открывает перед исследователями новые возможности для использования графических инструментов для более полного понимания, процессов, описанных уравнениями материального баланса.

В ходе выполнения данной работы была достигнута поставленная цель: изучены особенности сходимости метода оптимизации второго порядка BFGS.

Реализован алгоритм данного метода на языке программирования Python.

Выполнена задача идентификации параметров модели материального баланса на основе синтетического месторождения. Получен вектор управляющих параметров.

Так как для более быстрой сходимости к решению, процедура BFGS использует градиент целевой функции, это даёт нам возможность не вычислять Гессиан сложной функции. Поэтому, метод BFGS требует меньше вызовов функций, чем симплекс-метод, но больших затрат памяти.

## Список литературы

1. Dake, L.P. “The Practise of Reservoir Engineering” Elsevier, Ams 1994
2. В.П. Косяков, Э.Н. Мусакаев, Я.В.Ширшов “Вычислительная технология расчёта материального баланса на нефтяном месторождении”
3. Панасенко Н.Л., Анисимова Е.Ю., Цырендашиев Н.Б., Цыбуля И.И., Яснюк Т.И., Вязкова Е.А. “Применение уравнения материального баланса при разведке нефтяных и газовых месторождений”
4. John R. Fanchi “Production Evaluation Techniques”
5. Tarek Ahmed, D. Nathan Meehan, in Advanced Reservoir Management and Engineering “Performance of Oil Reservoirs”,
6. **Jason Brownlee “Optimization for Machine Learning”**
7. *Банди Б.* “Методы Оптимизации. Вводный курс”. М.: Радио и связь, 1988.