Министерство образования и науки Республики Казахстан
Институт математики и математического моделирования

Традиционная международная апрельская математическая конференция в честь Дня работников науки Республики Казахстан, посвященная 75-летию академика НАН РК Тынысбека Шариповича Кальменова.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Алматы 2021

Традиционная международная апрельская конференция в честь Дня работников науки Республики Казахстан, посвященная 75-летию академика НАН РК Тынысбека Шариповича Кальменова

Задача G. В области $\Omega = \{(x,t) : 0 < x < l, 0 < t < h\}$ требуется найти функцию $u(x,t) \in C(\bar{\Omega})$ удовлетворяющую уравнению (2) и краевым условиям

$$u(x,0) = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \tag{3}$$

$$u(0,t) = \varphi_1(t), \quad \lim_{x\to 0} x^{2\alpha} u_x(x,t) = \varphi_2(t), \;\; 0 \leq t \leq h, \tag{4}$$

где $\psi(x)$, $\varphi_k(t)$, $(k = 1,2)$ - заданные гладкие функции, причем $\varphi_1(0) = \psi(0)$, $\varphi_2(0) = 0$.

Используя оператор преобразования Лаундеса [3] и метод Римана, нами получена явная формула решения поставленной задачи. В работе построена функция Римана оператора $L_{\alpha}^{\lambda,\mu}(u)$, которая выражается через гипергеометрическую функцию Кампе де Ферье. При $\alpha = 0$, $\mu = 0$ из этой функции получим функцию Римана одномерного уравнения (1).

Пользуясь полученным решением задачи Гурса и функцией Римана можно исследовать и другие начальные, краевые и нелокальные задачи для уравнения (2). Данный метод также можно применить к решению краевых задач для многомерного уравнения и уравнения высокого порядка типа (2) с многими сингулярными коэффициентами.

Ключевые слова: задача Гурса, псевдопараболическое уравнение, оператор преобразования, метод Римана.

2010 Mathematics Subject Classification: 35G15

Литература

[1] Баренблатт Г.И., Желтов Ю.П., Кочина И.Н. Об основных представлениях теории фильтрации в трещиноватых средах, *Прикл. мат. мех.*, **24**:5 (1960).

[2] Свешников А.Г., Альшин А.Б., Корпусов М.Ю., Плетнер Ю.Д. *Линейные и нелинейные уравнения Соболевского типа*, Физматлит, Москва (2007)

[3] Karimov Sh.T. On some generalizations of properties of the Lowndes operator and their applications to partial differential equations of high order, *Filomat*, **32**:3 (2018), 873–883.

— ⁂ ⁂ ⁂ —

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МНОГОФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Н.М. КАСЫМБЕК[1,a], Д.В. ЛЕБЕДЕВ[2] Д.Ж. АХМЕД-ЗАКИ[2]

[1] *Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*
[2] *Astana IT University, Нур-Султан, Казахстан*
E-mail: [a]*nuryslam.qassymbek@gmail.com,*

Развитие высокопроизводительных вычислений позволяет человечеству решать важнейшие научные и прикладные задачи в различных областях. Расчет таких задач на сетках с большим количеством ячеек требует больших ресурсов. Например, суперкомпьютеры могут быть загружены задачами моделирования погоды и климата, экономических процессов, акустических задач, гидродинамики, производства медицинских препаратов, биологических исследований. Технологический прогресс в этих областях связан с тем, насколько правильно и успешно используются компьютерные вычисления.

Использование суперкомпьютеров позволяет значительно ускорить решение задач при использовании численных методов. Одна из таких задач - прогнозирование добычи нефти и газа на конкретных месторождениях. Моделирование течения многокомпонентных многофазных жидкостей (нефти и газа) в пористых средах (в нефтяных пластах) является актуальной и в то же время сложной задачей гидродинамического моделирования.

В данной работе рассматривается численное моделирование многокомпонентного многофазного течения в пористых средах[1]. Рассматриваемая модель многофазного, многокомпонентного течения в пористых средах позволяет моделировать такие современные методы добычи углеводородов, как закачка теплоносителя в нефтяной пласт, горение, закачка химических реагентов (полимер, ПАВ) и другие.

Система нелинейных уравнений, описывающая модель движения многокомпонентной многофазной жидкости, линеаризована методом Ньютона-Рафсона [2] и решена с помощью итерационного алгоритма метода обобщенных минимальных невязок (GMRES)[3,4]. Для достижения лучшей сходимости был использован предобуславливатель ILU(0)[5]. В результате, для решения данной задачи, была использована полностью неявная схема, называемая алгоритмом Newton-ILU(0)-GMRES. На основе полученного последовательного алгоритма реализован параллельный алгоритм с использованием технологии интерфейса передачи сообщений (MPI) и фрагментированный алгоритм в системе LuNA[6].

Тесты проведены на суперкомпьютере МВС-10П межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук и были проанализированы.

Funding: Авторы были поддержаны грантом AP09260564 МОН РК.

Ключевые слова: метод Ньютона, методы Крыловского типа, GMRES, предобуславливатель, многокомпонентное течение, система LuNA.

2010 Mathematics Subject Classification: 35F45, 65F08

Литература

[1] Chen Z. *Reservoir Simulation: mathematical techniques in oil recovery*, Society for Industrial and Applied Mathematics (2006).

[2] Chen Z. *Computational methods for multiphase flows in porous media*, Society for Industrial and Applied Mathematics (2007).

[3] Saad Y. *Iterative methods for sparse linear systems.2nd ed.*, SIAM (2003).

[4] Saad Y., Schults M. GMRES: A generalized minimal residual algorithm for solving nonsymmetric linear systems, *SIAM J Sci Statist Comput*, **7**:3 (1986), 856–869.

[5] Mittal R.C., Al-Kurdi A.H. An efficient method for constructing an ILU preconditioner for solving large sparse nonsymmetric linear systems by the GMRES method, *Computers & Mathematics with Applications*, **185**:2 (2003), 391–403.

[6] Malyshkin, V.E., Perepelkin, V.A. LuNA Fragmented Programming System, Main Functions and Peculiarities of Run-Time Subsystem, *Proceedings of the 11th International Conference on Parallel Computing Technologies, LNCS*, (2011), 53–61.

— ⁂ ⁂ ⁂ —

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Е. КЕНЖЕБЕК[1,a], Т.С. ИМАНКУЛОВ[2,b] Д.Ж. АХМЕД-ЗАКИ[3,c]

[1] *Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

[2] *Yessenov University, Актау, Казахстан*

[3] *Astana IT University, Нур-Султан, Казахстан*

E-mail: [a]*kenzhebekyerzhan@gmail.com*, [b]*imankulov.timur@gmail.com*

Имеются много научных работ связанных с улучшением добычи нефти с использованием методов машинного обучения. В одном из таких работ [1] авторы выясняли, что применение алгоритмов машинного обучения могут оказаться более производительными по сравнению с традиционными вычислениями на регулярной сетке. А так же в данной работе описывается подход к созданию прокси-модели [2] на основе методов машинного обучения, в частности была использована метод случайного леса. В работе [3] рассматривается алгоритмы машинного обучения для оценки коэффициента добычи нефти с использованием комбинации инженерных параметров. Для набора данных, состоявшийся из 30 параметров были применены модели линейной регрессии и метод опорных векторов. В результате, полученные данные были очень близкими к результатам перекрестной проверки. Таким образом, авторы данной работы предполагают, что рассмотренные ими методы могут использоваться для прогнозирования добычи в дальнейшем.