

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**

Председатель – академик НАН РК Кальменов Т.Ш.

Со-председатель – академик НАН РК Жумагулов Б.Т.

Ученый секретарь – доцент Сахаева М.А.

**Члены Программного комитета:**

профессор Алексеева Л.А. (Алматы, Казахстан)

профессор Асанова А.Т. (Алматы, Казахстан)

член-корреспондент НАН РК Байжанов Б.С. (Алматы, Казахстан)

профессор Бижанова Г.И. (Алматы, Казахстан)

академик НАН РК Блиев Н.К. (Алматы, Казахстан)

доктор PhD Богданчиков А. (Алматы, Казахстан)

профессор Даирбеков Н.С. (Алматы, Казахстан)

профессор Дженалиев М.Т. (Алматы, Казахстан)

академик НАН РК Джумадильдаев А.С. (Алматы, Казахстан)

доктор PhD Жакебаев Д.Б. (Алматы, Казахстан)

доктор PhD Исахов Ас.А. (Алматы, Казахстан)

член-корреспондент РАН Кабанихин С. И. (Новосибирск, Россия)

профессор Кангужин Б.Е. (Алматы, Казахстан)

член-корреспондент НАН РК Кулпешов Б.Ш. (Алматы, Казахстан)

профессор Нурсултанов Е.Д. (Нур-Султан, Казахстан)

академик НАН РК Ойнаров Р.О. (Нур-Султан, Казахстан)

академик НАН РК Отелбаев М.О. (Алматы, Казахстан)

член-корреспондент НАН РК Садыбеков М.А. (Алматы, Казахстан)

член-корреспондент НАН РК Сураган Д. (Нур-Султан, Казахстан)

академик РАН Тайманов И. А. (Новосибирск, Россия)

член-корреспондент НАН РК Темирбеков Н.М. (Алматы, Казахстан)

академик НАН РК Умирбаев У.У. (Детройт, США)

академик НАН РК Харин С.Н. (Алматы, Казахстан)

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:**

Байжанов Б.С., председатель (ИМММ)

Х. Хомпыш (КазНУ)

Ж. Адил (КазНУ, ИМММ)

Т.Е. Жакупбеков (ИМММ)

Д. Орынбасаров (КазНУ, ИМММ)

Н. Ш. Усембаев (СДУ).

<i>Khisamiev N.G., Roman'kov V.A., Tusupov D.A., Tynybekova S.D.</i> A criterion for effective complete decomposability of abelian groups . . . . .	132
<i>Lutsak S., Voronina O.</i> Complexity of the Quasivariety Lattice for the Variety of Lukasiewicz algebras . . . . .	133
<i>Markhabatov N.</i> On ranks and approximations for families of cubic theories . . . . .	134
<i>Mashurov F., Smadyarov N.</i> Varieties of mono and binary Zinbiel algebras . . . . .	135
<i>Pavlyuk I., Sudoplatov S.</i> On formulas and properties for families of theories of abelian groups . . . . .	135
<i>Stepanova A.A., Efremov E.L.</i> On axiomatizability of the class of subdirectly irreducible acts over a commutative monoid . . . . .	137
<i>Sudoplatov S.</i> On formulas and properties for families of theories . . . . .	137
<i>Sudoplatov S.</i> On special relations for formulas and families of theories . . . . .	139
<i>Tulenbaev K.M., Kunanbayev A.K.</i> Two-dimensional Left-weak Leibniz algebras . . . . .	140
<i>Tulenbaev K.M., Nurzhauov S.D.</i> Classification of finite-dimensional Reverse associative algebras . . . . .	141
<i>Verbovskiy V.V.</i> On triviality of definable closure in Hrushovski's strongly minimal sets	141
<i>Zhakhayev B.K., Kazin A.</i> Distributivity of lattices of subvarieties of varieties of Novikov algebras . . . . .	142

### 3 Математическое моделирование и уравнения математической физики 143

<i>Абдубекова А.</i> Анализ математических моделей развития эпидемии . . . . .	144
<i>Алексеева Л.А.</i> Бикватернионная модель электро-гравимагнитных полей и взаимодействий. Бикватернионы фотонов и атомов . . . . .	145
<i>Божанов Е.Т., Токибетов А.Ж., Буганова С.Н.</i> Решение первой краевой задачи для цепной черырёхмассовой эллиптической системы с параметром . . . . .	146
<i>Жумали А., Каруна О.</i> Численное моделирование влияния начального давления и состава трехкомпонентной газовой смеси на концентрационную конвекцию	148
<i>Зикиров О.С., Сагдуллаева М.М.</i> О разрешимости нелокальной задачи для нагруженного уравнения теплопроводности . . . . .	148
<i>Исахов А., Манапова А.</i> Исследование движения воздуха в носовой полости человека на основе методов математического и компьютерного моделирования	149
<i>Исенова А.</i> Нормально-регулярные решения вырожденных систем связанные с функциями Гумберта и их свойства . . . . .	151
<i>Исломов Б., Абдуллаев А.</i> Об одной краевой задаче с конормальным условием для уравнения эллиптического типа второго рода . . . . .	152
<i>Калбаева А.</i> О разрешимости нелокальной начально-краевой задачи для волнового уравнения . . . . .	153
<i>Каримов Ш.Т., Орипов Ш.А.</i> Решение задачи Гурса для уравнения Буссинеска-Лява с сингулярными коэффициентами методом операторов преобразования	155
<i>Каримов Ш.Т., Юлбарсов Х.А.</i> Задача Гурса для одного псевдопараболического уравнения третьего порядка с сингулярными коэффициентами . . . . .	156
<i>Касымбек Н.М., Лебедев Д.В., Ахмед-Заки Д.Ж.</i> Высокопроизводительное моделирование движения многокомпонентной многофазной жидкости в пористой среде . . . . .	157
<i>Кенжебек Е., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.</i> Использование методов машинного обучения для прогнозирования добычи нефти . . . . .	158
<i>Муратбеков М., Сулеймбекова А.</i> Оценки сингулярных ( $s$ -чисел) и собственных чисел резольвенты линеаризованного сингулярного оператора Кортвега-де Фриза . . . . .	159

**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

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

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

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 Соболева 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<sup>1,a</sup>, Д.В. ЛЕБЕДЕВ<sup>2</sup> Д.Ж. АХМЕД-ЗАКИ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup> *Astana IT University, Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: <sup>a</sup>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., Schultz 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<sup>1,a</sup>, Т.С. ИМАНКУЛОВ<sup>2,b</sup> Д.Ж. АХМЕД-ЗАКИ<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> *Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup> *Yessenov University, Актау, Казахстан*

<sup>3</sup> *Astana IT University, Нур-Султан, Казахстан*

*E-mail: <sup>a</sup> kenzhebekyerzhan@gmail.com, <sup>b</sup> 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] рассматриваются 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.