

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы
т.ғ.д., проф
Мерзадинова Г.Т. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**, т.ғ.д, проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Тогизбаева Б.Б.**, т.ғ.д., проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Сарсембаев Б.К.**, т.ғ.к., доцент
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф. (Жапония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Жапония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Қазақстан)
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемев Б.Б.	т.ғ.д. (Қазақстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Қазақстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Жапония)
Калякин В.Н.	т.ғ.д., проф. (АҚШ)
Колчун М.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Жапония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (АҚШ)
Чекаева Р.У.	а.к., проф. (Қазақстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Қазақстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Оңтүстік Корея)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 349 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет
Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.
№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген
Тиражы: 25 дана
Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief
Gulnara Merzadinova, Prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**, Assoc. Prof.
(Kazakhstan)

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof. (Japan)
Akitoshi Mochizuki	Prof. (Japan)
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Auez Baydabekov	Prof. (Kazakhstan)
Rahima Chekaeva	Prof. (Kazakhstan)
Der Wen Chang	Prof. (Taiwan (ROC))
Eun Chul Shin	Prof. (South Korea)
Hoe Ling	Prof. (USA)
Viktor Kaliakin	Prof. (USA)
Mihail Kolchun	Prof. (Slovenia)
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof.(Kazakhstan)
Tadatsugu Tanaka	Prof. (Japan)
Talal Awwad	Prof. (Syria)
Yoshinori Iwasaki	Prof. (Japan)
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering(Kazakhstan)
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof.(Kazakhstan)

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 349, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор
д.т.н., проф.
Мерзадинова Г.Т. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Жусупбеков А.Ж., д.т.н., проф. (Казахстан)
Тогизбаева Б.Б., д.т.н., проф. (Казахстан)
Сарсембаев Б.К., к.т.н. доцент (Казахстан)

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф. (Япония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Япония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Казахстан)
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф. (Казахстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемов Б.Б.	д.т.н. (Казахстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Казахстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Япония)
Калякин В.Н.	д.т.н., проф. (США)
Колчун М.Н.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Япония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (США)
Чекаева Р.У.	к.а., проф. (Казахстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Казахстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Южная Корея)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
№2(127)/2019**

МАЗМҰНЫ

<i>Байхожаева Б.Ұ., Абенова А.А.</i> Тағамдық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды мемлекеттік тапсырма	8
<i>Бейсенбі М.А., Ш.С. Мусабаева, Сатпаева А.К., Кисикова Н.М.</i> m кірістері және n шығыстары бар объектілердің орнықсыз және детерминделген бейберекетсіз режимдерін басқару	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Батыс Қазақстанда жүктерді түсіру ғимаратының құрылысында құрама темірбетонды қадаларды қолдану тәжірибесі	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздықова А.А.</i> «Каражыра» кен орны көмір күлін электрфизикалық өңдеу	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Азмед-Заки Д.Ж.</i> Мұнай ығыстыру есебін шешуге арналған бағдарламасын оңтайландыру	40
<i>Калаякин В.Н.</i> Анизотроптың топырақтың тұрақтылығы: кейбір маңызды мәселелердің қысқаша мазмұны	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Титан мен оның қорытпаларын плазмалық - электролиттік оксидтермен түрлендіру процесін зерттеу	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Үй-жайдың микроклиматты басқару пайдаланатын модельдерін талдауы	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Бөгеуілге орнықты кодтаудың сызықтық және параллель каскадты схемаларын жобалау және модельдеу	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Күкірт өндірісінің теормореакторы мен Клаус реакторының математикалық модельдерін гибридік тәсіл негізінде құру	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Алматы ЖЭО-1 де газ турбиналы қондырғысы арқылы Алматы қаласының экологиясын жақсарту	95
<i>Юсупова М.А.</i> Ферғана алқабындағы "еуропалық қалашықтағы" колониалдық қалақұрылысының ерекшеліктері (XIX ғ. соғы - XX ғ. басы)	100
<i>Чарски Й., Қуанышбаев Ж.М., Арпабеков М.І., Сүлейменов Т.Б.</i> Чехиядағы турбоагрегаттың жұмысы туралы алғашқы ақпарат	107

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№2(127)/2019

CONTENTS

<i>Bayhozhaeva B.U., Abenova A.A.</i> Quality assurance and food safety - an important State task	8
<i>Beisenbi M.A, Mussabayeva Sh.S., Satpayeva A.K., Kissikova N.M.</i> Control of unstable and determined chaotic modes of the object with m inputs and with n outputs	13
<i>Borgekova K.</i> Experience of using precast concrete joint piles in the construction of a Cargo offloading facility in West Kazakhstan	21
<i>Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Maslov N.A., Syzdykova A.A.</i> Electrophysical treatment of coal ash from the Karazhyra deposit	31
<i>Kassymbek N.M., Mustafin M.B., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.</i> Optimization of the program for solving oil displacement problem	40
<i>Kaliakin V.N.</i> Anisotropic Elasticity for Soils: A Synthesis of Some Key Issues	49
<i>Ramazanova Zh.M., Zamaliddinova M.G., Zhangabyly M.M.</i> Investigation of the process of modifying titanium and its alloys by plasma-electrolytic oxidation	64
<i>Sansyzybay L.Zh., Orazbayev B.B.</i> Analysis of existing models for control microclimate in premises	70
<i>Satybaldina D., Issainova A., Tashatov N., Dulatov N.</i> Design and simulation of the serial concatenated and parallel concatenated schemes for forward error correction	78
<i>Orazbayev B.B., Shangitova Zh.E., Orazbayeva K.N., Kassenova L.G., Zhanbirova G.A., Istayeva N.</i> Development of mathematical models of thermoreactor and Claus reactor of sulfur production based on hybrid method	87
<i>Tyutebayeva G.M., Aldiyarova A.N.</i> Improving the ecology of Almaty when using gas turbine installation at Almaty TPP-1	95
<i>Yusupova M.A.</i> Characteristics of the colonial town planning in "european cities" of fergana valley (end of 19 th – beginning of 20 th centuries)	100
<i>Carsky J., Kuanyshbayev Zh. M., Arpabekov M.I., Suleimenov T.B.</i> The first knowledge of operation of the turbo-roundabout in the Czech Republic	107

СОДЕРЖАНИЕ

	8
<i>Байхожжаева Б.У., Абенова А.А.</i> Обеспечение качества и безопасности продуктов питания – важное государственное поручение	
<i>Бейсенби М.А., Мусабоева Ш.С., Сатпаева А.К., Кисикова Н.М.</i> Управление неустойчивыми и детерминированными хаотическими режимами объекта с m входами и с n выходами	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Опыт применения составных железобетонных свай в строительстве сооружения разгрузки грузов в Западном Казахстане	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздыкова А.А.</i> Электрофизическая обработка золы угля месторождения «Каражыра»	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.</i> Оптимизация программы для решения задачи вытеснения нефти	40
<i>Калякин В.Н.</i> Анизотропная упругость грунтов обобщение некоторых ключевых вопросов	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Исследование процесса модифицирования титана и его сплавов плазменно-электролитическим оксидированием	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Анализ существующих моделей управления микроклиматом помещения	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Проектирование и моделирование последовательных и параллельных каскадных схем помехоустойчивого кодирования	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Разработка математических моделей терморектора и реактора Клауса производства серы на основе гибридного метода	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Улучшение экологии г.Алматы при использовании ГТУ	95
<i>Юсупова М.А.</i> Особенности колониального градостроительства в «европейских городах» Ферганской долины	100
<i>Чарски Й., Куанышбаев Ж.М., Арпабеков М.И., Сулейменов Т.Б.</i> Первые знания о работе турбонаддува в Чешской Республике	107

Optimization of the program for solving oil displacement problem

Abstract: This article discusses the optimization methods of the program to solve the problem of oil displacement. We consider the acceleration of program execution time on a single processor without the use of parallel architectures. The two-dimensional Buckley-Leverett model, which was solved by the Jacobi method, was chosen as the oil displacement problem. Program optimization is performed by three levels, the main of which is vectorization. After each level of optimization, an analysis of the program execution time is made and compared with a sequential program. All three levels of optimization showed an acceleration of about 89-95%.

Keywords: oil displacement, optimization, optimization keys, vectorization, SIMD extensions, SSE Intrinsics.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-127-2-40-48>

Introduction. Numerical models of modern problems of industry and science work with very large data. It takes a lot of processor time to compute. To reduce computation time, parallel computing technologies like MPI, OpenMP, CUDA, etc. are used. But for parallel computing, we need a system with several computational processors. But it makes sense to optimize the program for one processor. This work is devoted to optimizing the program, using the potential of modern processors. When optimizing programs, the compiler can play a significant role, the better the compiler copes with the optimization, the faster your program can run. Accelerating the running time of programs can be achieved using vector extensions of processors, such as SSE, AVX and other versions. And there are also other optimization methods that can be implemented based on the work and purpose of the program. Since execution time is one of the important values, optimization plays a significant role in the development of programs.

Purpose of the work. The task in this paper was to first develop an algorithm for solving the problem of displacement of oil and write a program of this algorithm. Then optimize the program by runtime so that the program works as quickly as possible.

Methods

0.1. Methods of solution. To solve the problem of oil displacement, the Buckley-Leverett model was chosen [1]. Consider the case when a certain amount of water passes through the injection well within a certain time. In the injection and production wells, the pressures P_{inj} and P_{prod} ($P_{inj} > P_{prod}$) are given. Water flowing through the injection well displaces oil in the formation, which in turn moves toward the production well. It is necessary to develop a computer model of mass-exchange processes in the reservoir. Below is the layout of the reservoir:

The mathematical model of two-phase filtration consists of the equation of the balance of water and oil. Through the boundaries $\partial\Omega$ for the domain Ω the equation of the system will be in the following form [2]:

$$m \frac{\partial s_1}{\partial t} + \operatorname{div}(\vec{v}_1) = 0$$

$$m \frac{\partial s_2}{\partial t} + \operatorname{div}(\vec{v}_2) = 0$$

$$\vec{v}_1 = -k \frac{f_1}{\mu_1} \nabla P$$

$$\vec{v}_2 = -k \frac{f_2}{\mu_2} \nabla P$$

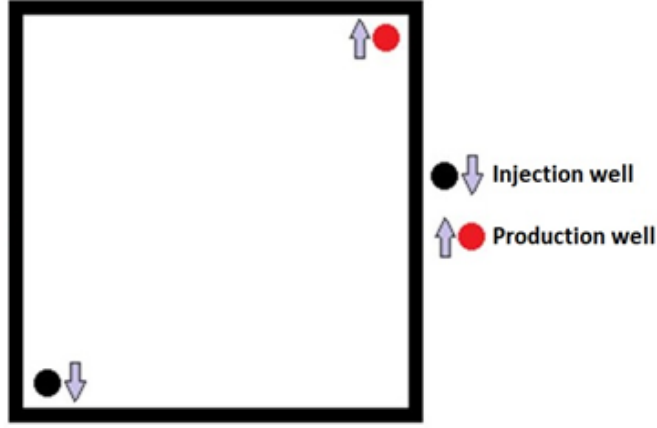


FIGURE 1 – Well Scheme

Here, m is the porosity of the reservoir, s_1, s_2 is the saturation of water and oil, $s_1 + s_2 = 1$, \vec{v}_1, \vec{v}_2 – velocities, k is the absolute permeability, f_1 and f_2 is the relative phase permeabilities, μ_1, μ_2 – viscosity, P – pressure. Thus, it is necessary to find the function P , the pressure, using the following initial conditions

$$P|_{t=0} = P_{rsv}$$

For the boundary conditions, the symmetry condition was taken:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial x} \Big|_{x=0} &= \frac{\partial P}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0 \\ \frac{\partial P}{\partial y} \Big|_{y=0} &= \frac{\partial P}{\partial y} \Big|_{y=1} = 0 \end{aligned}$$

Differential form of the equation:

$$\begin{aligned} m \frac{\partial s_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(-k_x \frac{f_1}{\mu_1} \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(-k_y \frac{f_1}{\mu_1} \frac{\partial P}{\partial y} \right) &= 0 \\ m \frac{\partial s_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(-k_x \frac{f_2}{\mu_2} \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(-k_y \frac{f_2}{\mu_2} \frac{\partial P}{\partial y} \right) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial x} \left(M_x \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(M_y \frac{\partial P}{\partial y} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

First all equations are reduced to a dimensionless form. We give dimensionless variables to the following relations:

$$\bar{x} = \frac{x}{L_x}; \bar{k} = \frac{k}{k_c}; \bar{\mu}_1 = \frac{\mu_1}{\mu_c}; \bar{\mu}_2 = \frac{\mu_2}{\mu_c}; \bar{P} = \frac{P}{P_c}; \bar{t} = \frac{t}{T};$$

For computer calculations, the oil displacement equation (1) was reduced to a finite-difference form and using the iterative method obtained the following formula [3]:

$$\begin{aligned} (M_x)_{i+\frac{1}{2}j} \frac{P_{i+1j}^n - P_{ij}^{n+1}}{h_1^2} - (M_x)_{i-\frac{1}{2}j} \frac{P_{ij}^{n+1} - P_{i-1j}^n}{h_1^2} + \\ (M_y)_{ij+\frac{1}{2}} \frac{P_{ij+1}^n - P_{ij}^{n+1}}{h_2^2} - (M_y)_{ij-\frac{1}{2}} \frac{P_{ij}^{n+1} - P_{ij-1}^n}{h_2^2} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

From equation (2) it is possible to obtain the following formula for calculating the pressure at each point of the reservoir:

$$P_{ij}^{n+1} = \frac{(M_x)_{i+\frac{1}{2}j} P_{i+1j}^n + (M_x)_{i-\frac{1}{2}j} P_{i-1j}^n + (M_y)_{ij+\frac{1}{2}} P_{ij+1}^n + (M_y)_{ij-\frac{1}{2}} P_{ij-1}^n}{(M_x)_{i+\frac{1}{2}j} + (M_x)_{i-\frac{1}{2}j} + (M_y)_{ij+\frac{1}{2}} + (M_y)_{ij-\frac{1}{2}}} \quad (3)$$

Using the data in the n -th time layer, we find the pressures p_{ij}^{n+1} in the given time layer. Computational work is repeated according to this scheme, until the following condition is satisfied:

$$\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} (P_{ij}^{n+1} - P_{ij}^n)^2\right)} < \varepsilon \quad (4)$$

Using the algorithm described above, a program for solving the problem of oil displacement has been developed. The next task is to optimize this program. Optimization is considered in three ways:

1. Optimization by the compiler
2. Vectorization
3. Other details

0.2. Optimization by the compiler. For the first level of optimization, you must select the compiler and use the optimization keys. Currently, there are many different compilers. In this work, Intel C++ Compiler (hereinafter `icc`) and GNU Compiler Collection compilers (hereinafter `gcc`) were chosen for the measurements. The calculations were made on an Intel® Xeon® Processor E5-2603. It is known that `icc` optimizes the program well. Intel's compiler is a commercial project, and it generates good executable code for Intel processors. GCC is a widely known and non-commercial open source compiler. Each compiler has its own set of optimization. We can connect them using the keys `-O1`, `-O2`, `-O3`. Each level `-O` optimization includes various ways of optimizing the code. For example, in the `-O2` and `-O3` keys, automatic code vectorization is enabled using SIMD extensions. The `-O2` key does not include runtime optimization due to the increase in the length of the executable code. The `-O3` key includes cycle loops and function substitution, and this key can reduce the execution time of the program but increase the code size [4,5].

In the first level, optimization is also considered using statistics. When the program is compiled with keys, the compiler cannot optimize based on the data with which the program will work. The Profile-guided optimization (PGO) technology makes it possible to solve this optimization issue. The algorithm for using PGO is very similar to both compilers.

1. Compile the program using the `-fprofile-generate` key in `gcc` and `-prof-gen` in `icc`.
2. Run the program several times. A file with the extension `.gcda` in `gcc` appears, and in `icc` with the extension `.dyn`. These files collect and store statistics.
3. We compile the program using the `-fprofile-use` key in `gcc` and `-prof-use` in `icc`. We get an optimized program.

0.3. Vectorization. In modern microprocessors there are vector extensions such as MMX, SSE, AVX, etc. A scalar command can process only one unit of data per clock cycle, and a vector instruction can process a vector of length n . In SSE extensions, the vector length is 128 bits, which means that one command can simultaneously process a vector of four elements of the float type. The length of the vector in the AVX extension is 256 bits, into which you can put 4 elements of a double type or 8 elements of the float type. Code vectorization can be implemented automatically, semi-automatically or manually. Automatic vectorization is realized with special keys at compile time. In `icc`, auto-vectorization is included in the `-O2` key, and in `gcc` in the `-O3` key. But the compiler may not vectorize sections of code that are interdependent or work with integer mathematics, because the final results may not be accurate from the order of the operation [6]. The programmer can explicitly indicate the parts of the code that need to be vectorized. Such actions can be performed using the SIMD directive or in OpenMP 4.0 using the `#pragma omp simd pragma`. This method of vectorization is called semiautomatic [7,8].

Manual code vectorization can be performed using assembler inserts, C++ classes SSE in `icc` or SSE Intrinsics. For the vectorization of the program, SSE Intrinsics instructions were used in this paper. For the vectorization of the program, SSE Intrinsics instructions were used in this paper. The main cycle of calculating the pressure by formula (3), the cycle of finding the matrices M_x and M_y , the cycle for checking the condition (4), the cycle of copying the boundaries by the symmetry condition was vectorized. The AVX vector expansion is installed in the processor in

which the calculations were made. Using data types and commands, the code for this extension was vectorized.

0.4. **Other details.** Optimization of the program can be done for the execution time or for the code size. This work is devoted to reducing the execution time of the program. In the original program, coefficients matrices k_x and k_y were calculated, which was spent a lot of time. The calculation of the matrices M_x and M_y was optimized without superfluous calculation of k_x and k_y and substitution of functions f_1 and f_2 . In the formula (3), $M_{i+\frac{1}{2}j}$ means $(M_{ij} + M_{i+1j})/2$. By mathematical means, you can get rid of all divisions by two, because the division takes a lot of processor time, and the reduction in the code of such operations gives acceleration. Also, in the original program, boundary copying occurred in two cycles, one for the upper and lower bounds, the second for the lateral boundaries. And in the optimized version due to the vectors, the lateral boundaries are immediately calculated from the mirror data, and only the upper and lower boundaries are copied. The functions f_1 and f_2 mean $S^{3.5}$ and $(1 - S)^{3.5}$, respectively. But in Intrinsic there is no command to find a degree. Initially, in the vector code, 7 degrees of the number were found and brought into the square root, but optimized in such a way that the square root of the number is in another variable, and in the other variable we find 3 degrees of a given number, and multiplying two variables gives 3.5 degrees. It is assumed that the calculating of the two above-described variables runs in parallel. When developing programs, you must always take into account the time of access to memory. When accessed, memory is loaded by blocks, and these blocks fall into the fast cache memory. If each time to call different blocks and each time to load them into the cache memory, the execution time of the program can increase many times. To work around this problem, it is advisable to work with consecutive or close memory cells. For example, it is better to treat arrays as they are stored in memory, that is, line by line.

1. RESULTS AND DISCUSSION

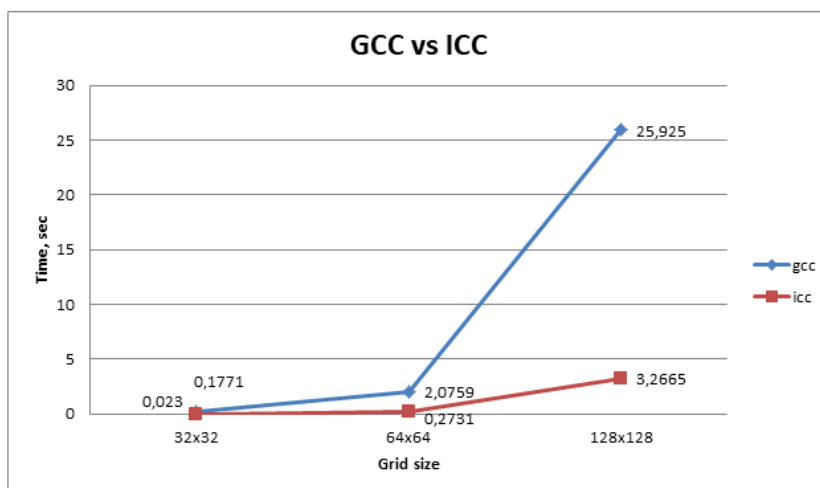


FIGURE 2 – The execution time of programs without optimization keys. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

The second figure compares the execution time of the program compiled in the ICC and GCC compilers. As you can see, the ICC program time is much less than the GCC program. This is because by default ICC compiles with the `-O2` key, and GCC without optimization. And in the third figure, the execution time of programs without optimization. In Figures 4,5 and 6 you can see the execution time with optimization keys. From these graphs we can see that the Intel compiler optimizes the program well. But the advantage of ICC can also be explained by the processor on which the calculations were made. In Intel processors it is better to use the ICC compiler, as well as in AMD processors it is better to use the compiler from AMD. Because the manufacturer is better aware of the advantages of its devices. In Figures 7 and 8 we can see the benefits of

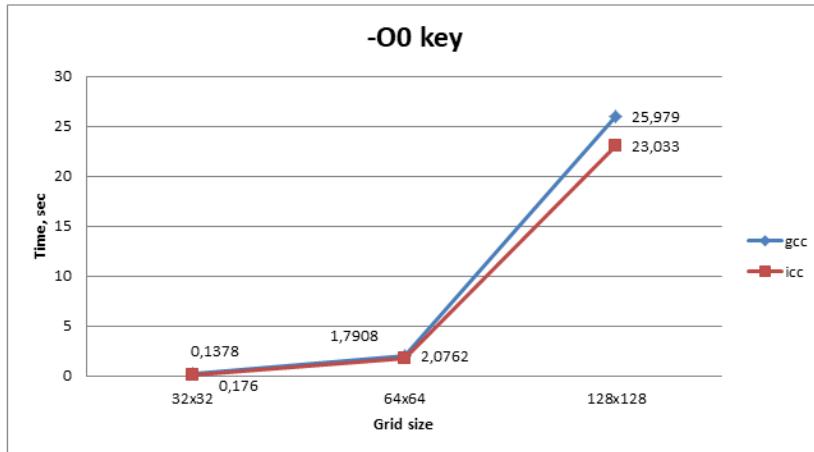


FIGURE 3 – The execution time of programs with the -O0 key. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

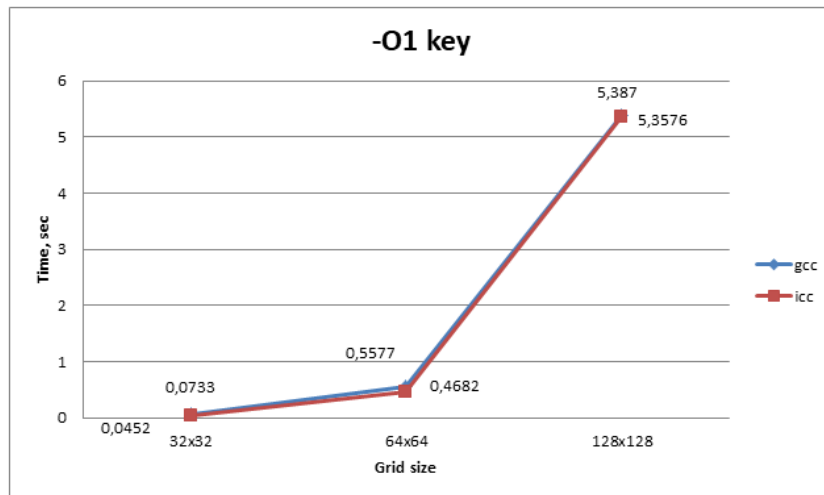


FIGURE 4 – The execution time of programs with the -O1 key. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

TABLE 1 – Acceleration of optimization

Grid size	The execution time of the initial program (T_1), sec	Run time of the optimized program (T_2), sec	T_1 / T_2
32x32	0,19735	0,0102	19,34804
64x64	2,3026	0,1491	15,44333
128x128	28,6307	2,007	14,26542
256x256	219,0439	23,869	9,17692

using PGO. The compilation was done with the -O2 key. As you can see, PGO in GCC gives an acceleration of 7-30%. In the ninth figure, you can see a comparison of a scalar program with a vector program. The compilation was performed with the -O2 key. The graph shows that the vectorization yielded approximately 30-50% of the productivity gain. Ideally, the vectorization should speed up the program four times, because four times less operations will be performed. But there is no such acceleration in the graph, because the auto-vectorization is already included in the -O2 key in the Intel compiler. Since the compiler can not vectorize some parts of the code, manual vectorization

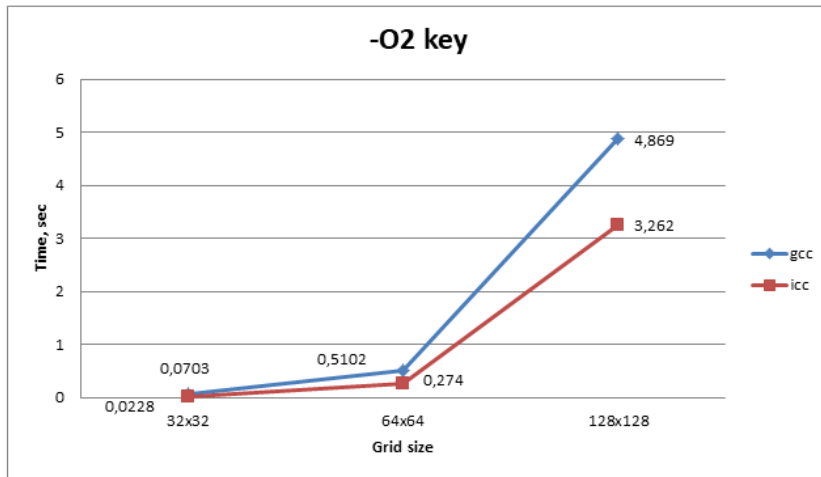


FIGURE 5 – Time for executing programs with the -O2 key. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

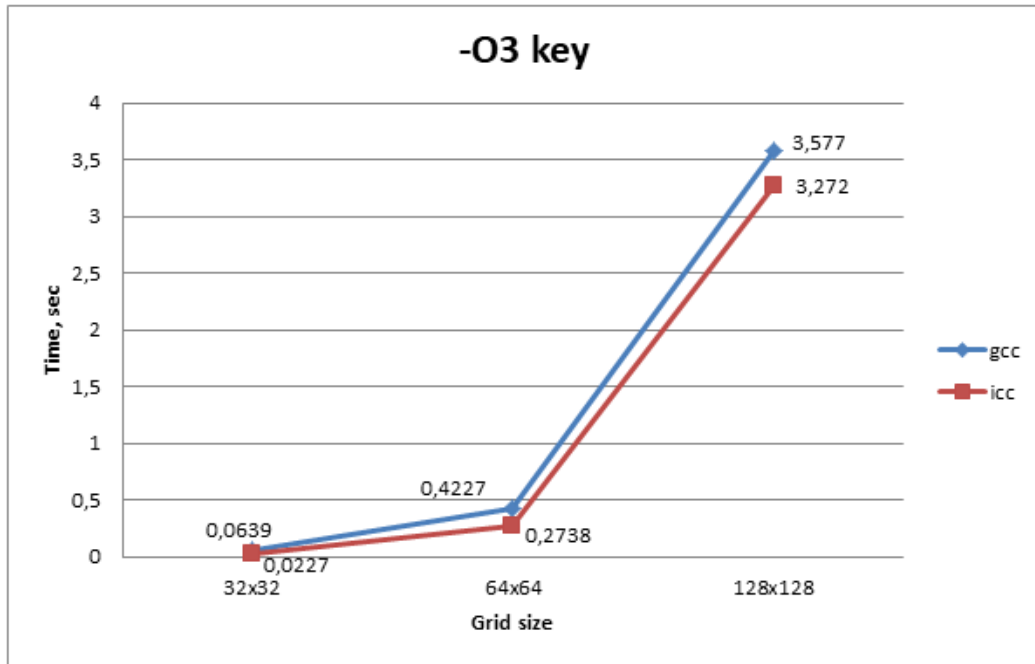


FIGURE 6 – Time for executing programs with the -O3 key. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

speeds up better. If you compare the execution time of the vectorized version of the program and the scalar version compiled with the -O1 key, you can see a gain of 60-73%. At best, almost four times as mentioned above. And at the end, in the table you can see the comparison of the execution time of the initial program without any optimization methods and the program in which we used three levels of optimization. At best, we got almost 20 times the acceleration. Based on these indications, we can confidently say that the above three levels of optimization should be taken into account when developing programs.

Conclusion. This work was devoted to the study of methods for optimizing programs. To study this methods the program for solving the problem of oil displacement was chosen. A sequential algorithm for solving this problem was compiled, a program was developed, and the code was optimized with three levels. In the first level, optimizing compilers with keys were studied. In the second level, we wrote a vectorized version of the program that accelerated the scalar version. In the third level,

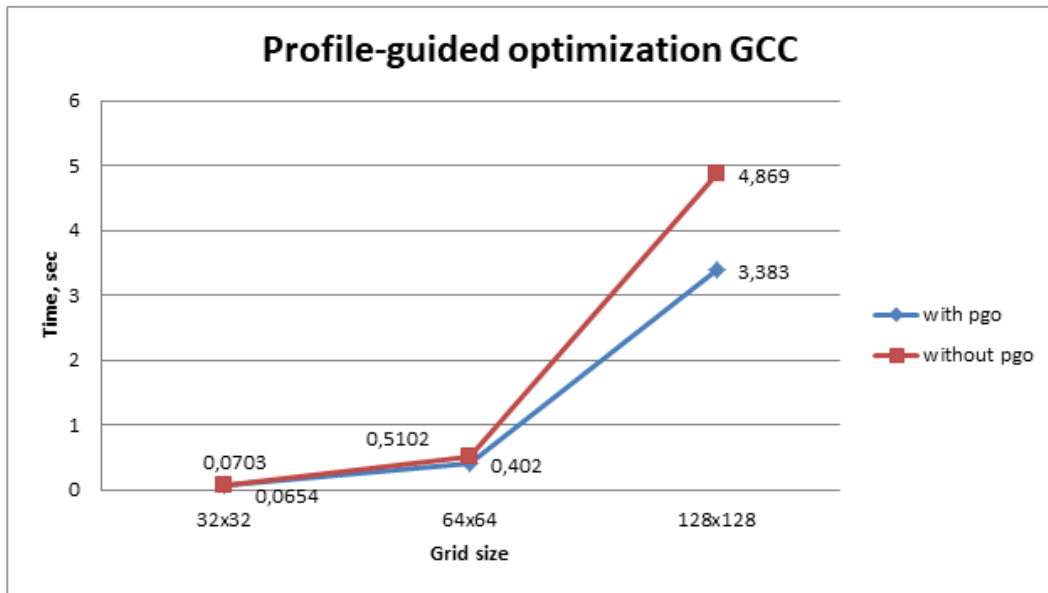


FIGURE 7 – Optimization using statistics on the GCC compiler. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

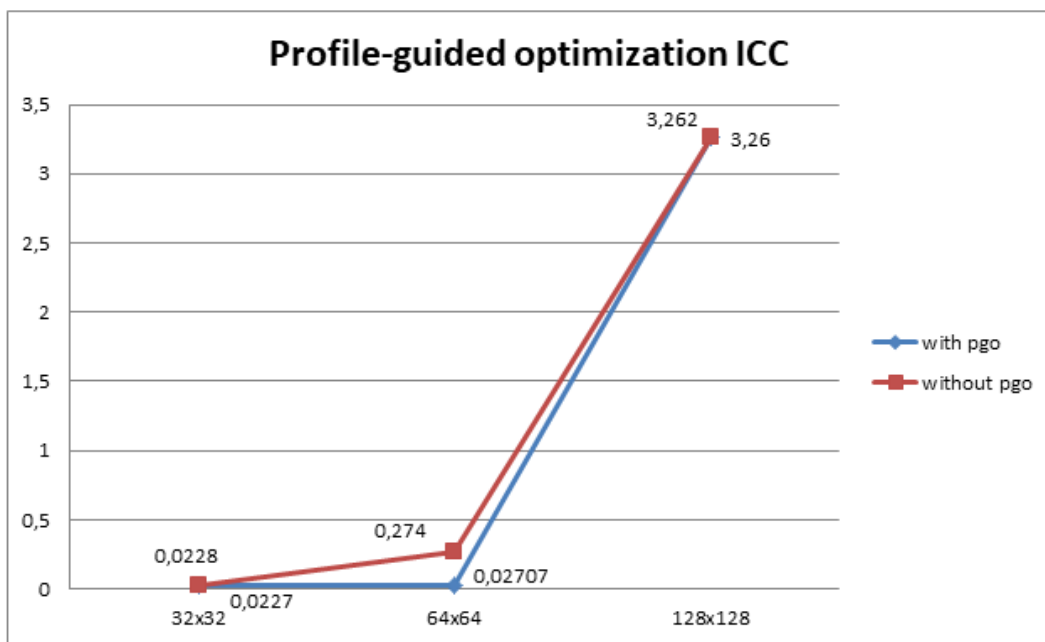


FIGURE 8 – Optimization using statistics on the Intel compiler. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

other optimization details were considered. Using the methods studied, the initial program without optimization was accelerated by 89-95%. The set goals were achieved, and came to the conclusion that it is possible and necessary to speed up the execution time of programs using optimization methods.

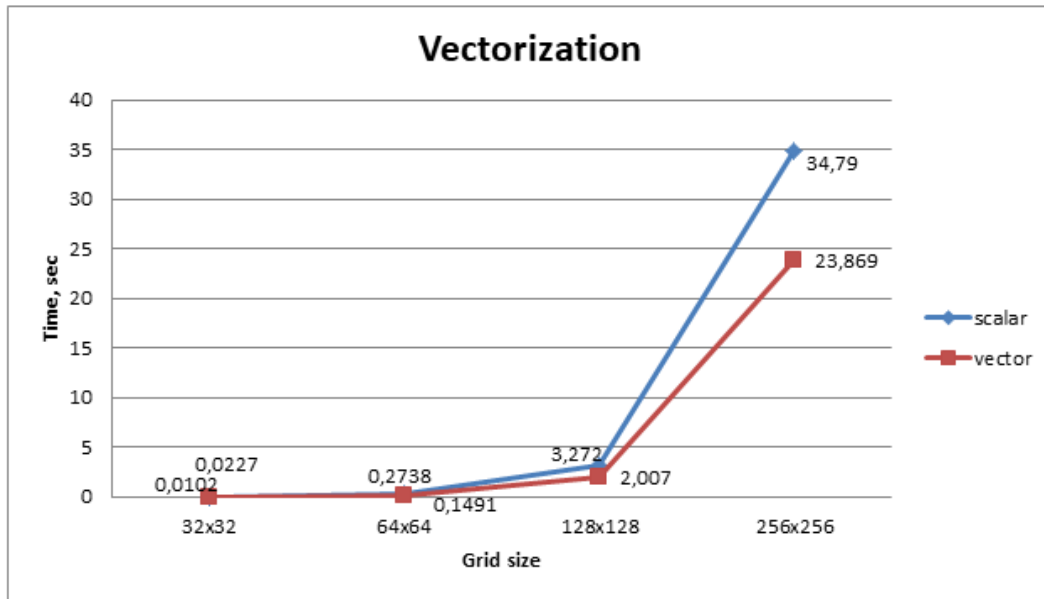


FIGURE 9 – Execution time after vectorization. Axis Oy - time of execution, axis Ox - dimensions of the reservoir

References

- 1 Ларри Л. Основы методов увеличения нефтеотдачи. – Остин, 2005. – 449 с.
- 2 Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пластов. – Алматы, 2005. – 180 с.
- 3 Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы / учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
- 4 Командные Опции GNU C++. <http://www.opennet.ru/docs/RUS/gcc/gcc1-2>. URL:html#ss2.6 [Электронный ресурс](дата обращения: 20.03.2019).
- 5 Оптимизируем шаг за шагом с компилятором Intel C++ URL:https://habrahabr.ru/company/intel/blog/256251/ [Электронды ресурс]
- 6 Чинин Г. Векторизация программ. Теория, методы, реализация. Сборник статей. –М.: Антология, 1991. – 272 с.
- 7 Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. – М.: Изд-во МГУ, 2009. - 77 с.
- 8 Открытая книга по технологии OpenMP 4.0.URL:<http://dautovri.github.io/OpenMP-Book/> [Электронный ресурс](дата обращения: 20.03.2019).
- 9 Спецкурс "Эффективное программирование современных микропроцессоров и мультипроцессоров". URL: <http://ssd.sccc.ru/ru/chair/nsu/programming> [Электронный ресурс](дата обращения: 20.03.2019).

Н.М. Қасымбек¹, М.Б. Мұстафин¹, Т.С. Иманкулов¹, Д.Ж. Ахмед-Заки²

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

² Халықаралық бизнес университеті, Алматы, Қазақстан

Мұнай ығыстыру есебін шешуге арналған бағдарламасын оңтайландыру

Аңдатпа: Бұл мақалада мұнай ығыстыру есебін шешу бағдарламасының оңтайландыру әдістері талқыланады. Параллельді архитектураларды пайдаланбай, бағдарламаның орындалу уақытын бір процессор үшін жеделдету қарастырылады. Мұнайды ығыстыру есебі ретінде Якоби әдісімен шешілген екі өлшемді Баклей-Левевертт моделі таңдалды. Бағдарламаны оңтайландыру үш деңгейде жүзеге асырылады, оның негізгісі - векторизация. Оңтайландырудың әрбір деңгейінен кейін бағдарламаның орындалу уақытына талдау жүргізіледі және тізбекті бағдарламамен салыстырылады. Оңтайландырудың барлық үш деңгейі шамамен 89-95% жылдамдықты көрсетті.

Түйін сөздер: мұнай ығыстыру, оңтайландыру, оңтайландыру кілттері, векторизация, SIMD кеңейтілмдері, SSE Intrinsics.

Н.М. Касымбек¹, М.Б. Мустафин¹, Т.С. Иманкулов¹, Д.Ж. Ахмед-Заки²

¹ *Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

² *Университет международного бизнеса, Алматы, Казахстан*

Оптимизация программы для решения задачи вытеснения нефти

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы оптимизации программы для решения задачи вытеснения нефти. Рассматривается ускорение времени выполнения программы на одном процессоре без использования параллельных архитектур. В качестве задачи вытеснения нефти выбрана двумерная модель Баклея-Лeverетта, которая решалась методом Якоби. Оптимизация программы выполняется тремя уровнями, основной из которых является векторизация. После каждого уровня оптимизации производится анализ времени выполнения программы и сравнение с последовательной программой. Все три уровня оптимизации показали ускорение примерно в 89-95%.

Ключевые слова: вытеснение нефти, оптимизация, ключи оптимизации, векторизация, расширения SIMD, SSE Intrinsics.

References

- 1 Larri L. Osnovy metodov uvelichenija nefteotdachi [Basics of enhanced oil recovery] (Ostin, 2005). [in Russian]
- 2 Danaev N.T., Korsakova N.K., Pen'kovskij V.I. Massoperenos v priskvazhinnoj zone i jelektromagnitnyj karotazh plastov [Mass transfer in the near-well zone and electromagnetic logging] (Almaty, Qazaq universiteti, 2005). [in Russian]
- 3 Samarskij A.A., Gulin A.V. Chislennyye metody. Ucheb posobie dlja vuzov [Numerical methods]: Universitty textbook (Nauka, Moscow, 1989). [in Russian]
- 4 Komandnye Opcii GNU CC. Available at: <http://www.opennet.ru/docs/RUS/gcc/gcc1-2.html#ss2.6>. [in Russian]
- 5 Optimiziruem shag za shagom s kompiljatorom Intel C++ [Optimize step by step with the Intel C++ compiler]. Available at: <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/256251/>. [in Russian]
- 6 Chinin G. Vektorizacija programm [Vectorization of programs]. Teorija, metody, realizacija [Theory, methods, implementation] (Antologija, Moscow, 1991, p. 272). [in Russian]
- 7 Antonov A.S. Parallelnoe programmirovanie s ispol'zovaniem tehnologii OpenMP [Parallel programming using OpenMP technology] (MGU, Moscow, 2009). [in Russian]
- 8 Otkrytaja kniga po tehnologii OpenMP 4.0 [Open book on technology OpenMP 4.0]. Available at: <http://dautovri.github.io/OpenMP-Book/>. [in Russian]
- 9 Speckurs "Jeffektivnoe programmirovanie sovremennyh mikroprocessorov i mul'tiprocessorov" [Efficient programming of modern microprocessors and multiprocessors]. Available at: <http://ssd.sccc.ru/ru/chair/nsu/programming>. [in Russian]

Сведения об авторах:

Касымбек Н.М. - Магистрант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Мустафин М.Б. - Магистрант Казахского национального университета имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Иманкулов Т.С. - и.о. доцента кафедры Информатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Ахмед-Заки Д.Ж. - Президент Университета международного бизнеса, Алматы, Казахстан.

Kassymbek N.M. - Master student of the Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Mustafin M.B. - Master student of the Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Imankulov T.S. - Associate Professor, Department of Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Akhmed-Zaki D.Zh. - President of University of International Business, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 16.10.2018

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Техника және технологияның барлық бағыттағы (есептеу техникасы, құрылыс, сәулет, геотехника, геосинтетика, көлік, машинақұрастыру, энергетика, сертификаттау және стандарттау) салаларының теориялық және эксперименталды зерттеулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және *vest_techsci@enu.kz* электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Сонымен қатар, мақаламен бірге редакцияға авторлар ілеспе хат тапсырады. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

ҒТАМРК <http://grmti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдібиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізілді: мәтінде кездескен әдібиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі.

Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдібиеттер тізімін, әдібиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдібиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек.

Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works devoted to scientific issues in all areas of engineering and technology: construction, architecture, geotechnics, geosynthesis, transport, engineering, energy, certification and standardization, computer technology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail *vest_techsci@enu.kz* in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. And authors also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

IRSTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed.

Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. **Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days.

Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. **Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк Центр Кредит"

БИК банка: KCJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYUKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Технические науки и технологии»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области техники и технологий: строительство, архитектура, геотехника, геосинтетика, транспорт, машиностроение, энергетика, сертификация и стандартизация, вычислительная техника.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_techsci@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Язык публикации: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, не должна повторять по содержанию название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры** и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге).

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJВKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYUKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: axaulezh@mail.ru, ntmath10@mail.ru, adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{\substack{f \in F \\ |\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)}} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

ТАБЛЕ 3 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 22 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по L^AT_EX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете L^AT_EX. Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темирғалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Куров В.А., Мижаличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Г.Т. Мерзадинова

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
-2019. -1(126).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 12,125. Таралымы - 35 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан.,
Сәтпаев көшесі, 2
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды