

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**

№4(129)/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 Мерзадинова Г.Т.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

Редакция алқасы

| | |
|-------------------------|--|
| Акира Хасегава | проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония |
| Акитоши Мочизуки | проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония |
| Базарбаев Д.О. | PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан |
| Байдабеков А.К. | т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан |
| Дер Вэн Чанг | проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань |
| Жардемов Б.Б. | т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан |
| Жумагулов М.Г. | PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан |
| Йошинори Ивасаки | проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония |
| Калякин В.Н. | проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ |
| Тадатсугу Танака | проф., Токио Университеті, Токия, Жапония |
| Хое Линг | проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ |
| Утепов Е.Б. | PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан |
| Чекаева Р.У. | а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан |
| Шахмов Ж.А. | PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан |
| Юн Чул Шин | проф., Инчеон ұлттық университеті, Инчеон, Оңтүстік Корея |

*Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 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., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**

Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial Board

| | |
|---------------------------|--|
| Akira Hasegawa | Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan |
| Akitoshi Mochizuki | Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan |
| Daniyar Bazarbayev | Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Auez Baydabekov | Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Rahima Chekaeva | Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Der Wen Chang | Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC) |
| Eun Chul Shin | Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea |
| Hoe Ling | Prof., Columbia University, New York, USA |
| Viktor Kaliakin | Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA |
| Zhanbolat Shakhmov | Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Tadatsugu Tanaka | Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan |
| Yelbek Uteпов | Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Yoshinori Iwasaki | Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan |
| Bolat Zardemov | Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |
| Mihail Zhumagulov | Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan |

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 402, 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>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор Мерзединова Г.Т.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

| | |
|-------------------------|---|
| Акира Хасегава | проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония |
| Акитоши Мочизуки | проф., Университет Токусима, Токусима, Япония |
| Базарбаев Д.О. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан |
| Байдабеков А.К. | д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Дер Вэн Чанг | проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань |
| Жардемев Б.Б. | д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Жумагулов М.Г. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Йошинори Ивасаки | проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония |
| Калякин В.Н. | проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США |
| Тадатсугу Танака | проф., Токийский Университет, Токио, Япония |
| Хое Линг | проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США |
| Утепов Е.Б. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан |
| Чекаева Р.У. | к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Шахмов Ж.А. | PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Юн Чул Шин | проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея |

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
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**
№4(129)/2019

МАЗМҰНЫ

| | |
|---|-----|
| <i>Ақишев К.М., Арынгазин К.Ш., Карпов В.И.</i> Техногенді қалдықтарды пайдалану және IDEF1X әдіснамасын қолдануда отырып құрылыс бұйымдарын өндіру технологиясының ақпараттық-логикалық моделінің сипаттамасы | 8 |
| <i>Арынов К.К.</i> Астана қаласының мұражайлары мен көрме кешендерінің сәулеті | 16 |
| <i>Баубек А.А., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Кұйынды жанармай құрылғысын сынау | 23 |
| <i>Бекібаев Т.Т., Жапбасбаев У.К., Кенжалиев Б.К., Рамазанова Г.И.</i> «Ыстық» айдаудың энергия үнемдеу режимдерін зерттеу | 28 |
| <i>Дюсенов К.М.</i> Басқарылатын кавитация процестері негізінде жылу генераторларының энергетикалық тиімділігінің кейбір мәселелері | 35 |
| <i>Мерзудинова Г.Т., Сейдеметова Ж.С., Абдуллаев С.С., Абдуллаева А.С.</i> «Клиент–тасымалдаушы» логистикалық ортасында жүк тасымалдарын ұйымдастыру және бақылау бойынша ақпараттық кеңістікті құрудың кейбір сұрақтары | 42 |
| <i>Мұғтаров Ә.Қ., Ниязбекова Ж.Т.</i> Бактериалды целлюлоза продуцентін бөліп алу, зерттеу, идентификациялау | 48 |
| <i>Муканова Б.Г., Ракишева Д.С.</i> 2D локалды енгізбесі бар рельефті орта үшін интегралдық тендеулер әдісі | 56 |
| <i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.Ә., Жумадиллаева А.К., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i> Аймақты экономика-математикалық модельдеу негізінде экологиялық орнықты басқару және дамыту | 67 |
| <i>Садыхова С.Б., Умирзаков Р., Мергалимова А., Картджанов Н.Р.</i> Қайнаған қабатта астықты кептіруге арналған қондырғының құрылымын және процестің заңдылықтарын әзірлеу | 78 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Джексембаева А.Е.</i> Феррит қалдықтарының құрамдастыру құрамының сапасы және екінші шикізат материалын стандарттау жөніндегі ұсыныстарды әзірлеуге қатысты физикалық және механикалық қасиеттерінің әсерін зерттеу | 85 |
| <i>Искаков К.Т., Муканова Ж.А., Баранчук К.И., Оралбекова Ж.О., Омарханова Д.Ж.</i> Георадар деректері бойынша дабылдың деректер базасының сипаттамалары мен интерфейсі | 91 |
| <i>Усенов А.К., Жакупова А.Е., Сексенбаева Р.Б.</i> Дәнекерленген қосылыстардың механикалық сипаттамаларын бағалау әдістемелері | 101 |
| <i>Утепов Е.Б., Қазжеев А.Б., Азат М.А.</i> Өздігінен тығыздалатын бетон сынақтары түрлерін әлемде және Қазақстанда енгізудің алдыңғы қатарлы тәжірибелері мысалдарын зерттеу әдістемесі | 110 |

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

№4(129)/2019

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| <i>Akishev K.M., Aryngazin K.Sh., Karpov V.I.</i> Description of the information-logical model of technology of production of building products using industrial waste and the IDEF1X methodology | 8 |
| <i>Arynov K.K.</i> Architecture of museums and exhibition complexes Of the city of Astana | 16 |
| <i>Baubek A.A., Zhumagulov M.G., Kartjanov N.R.</i> Testing of the vortex burner device | 23 |
| <i>Bekibayev T.T., Zhapbasbayev U.K., Kenzhaliev B.K., Ramazanova G.I.</i> Investigation of energy-saving modes of "hot" pumping | 28 |
| <i>Dyussenov K.M.</i> Some issues of energy efficiency of heat generators based on controlled cavitation processes | 35 |
| <i>Merzadinova G.T., Seidemetova Zh.S., Abdullayev S.S., Abdullayeva A.S.</i> Some issues of creation of information space for organization and control of cargo transportation in logistics environment «Client-carrier» | 42 |
| <i>Mukhtarov A.K., Niyazbekova Zh.T.</i> Selection, research and authentication of bacterial cellulose | 48 |
| <i>Mukanova B.G., Rakisheva D.S.</i> Integral equations method for relief host medium with 2D local inclusion | 56 |
| <i>Orazbayev B.B., Santeyeva S.A., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.T.</i> Ecological sustainable development and management of the region based on economic and mathematical modeling | 67 |
| <i>Sadykova S.B., Umirzakov R., Mergalimova A., Kartjanov N.R.</i> Development of the plant design for drying grain in a fluidized bed and the regularities of the process | 78 |
| <i>Niyazbekova R. K., Jexembayeva A.Y.</i> Study of the impact of physical and mechanical properties of ferrit wastes on the quality of repair mixtures and development of recommendations for the standardization of secondary raw materials | 85 |
| <i>Iskakov K.T., Mukanova Zh.A., Baranchuk K.I., Oralbekova Zh.O., Omarkhanova D. Zh.</i> Characteristics and the interface of the signal database according to GPR data | 91 |
| <i>Ussenov A.K., Zhakupova A.Y., Seksenbaeva R.B.</i> Methods of evaluation of mechanical characteristics of brazed joints | 101 |
| <i>Uteпов Y e.B., Kazkeyev A.B., Azat M.A.</i> Research methodology of testing types of the self-compacting concrete and examples of advanced experience of its implementation in the world and in Kazakhstan | 110 |

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

№4(129)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Акишев К.М., Арынгазин К.Ш., Карпов В.И.</i> Описание информационно-логической модели технологии производства строительных изделий с использованием техногенных отходов и применением методологии IDEF1X | 8 |
| <i>Арынов К.К.</i> Архитектура музеев и выставочных комплексов города Астана | 16 |
| <i>Баубек А.А., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Испытания вихревого горелочного устройства | 23 |
| <i>Бекибаев Т.Т., Жапбасбаев У.К., Кенжалиев Б.К., Рамазанова Г.И.</i> Исследование энергосберегающих режимов «горячей» перекачки | 28 |
| <i>Дюсенов К.М.</i> Некоторые вопросы энергетической эффективности генераторов теплоты на основе управляемых процессов кавитации | 35 |
| <i>Мерзалинова Г.Т., Сейдетметова Ж.С., Абдуллаев С.С., Абдуллаева А.С.</i> Некоторые вопросы создания информационного пространства по организации и контролю перевозок грузов в логистической среде «Клиент-перевозчик» | 42 |
| <i>Мухтаров А.К., Ниязбекова Ж.Т.</i> Выделение, исследование и идентификация бактериальной целлюлозы | 48 |
| <i>Муқанова Б.Г., Ракишева Д.С.</i> Метод интегральных уравнений для рельефной вмещающей среды с 2D локальным включением | 56 |
| <i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.Э., Жумадиллаева А.К., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i> Экологически устойчивое развитие и управление регионом на основе экономико-математического моделирования | 67 |
| <i>Садькова С.Б., Умирзаков Р., Мергалимова А., Картджанов Н.Р.</i> Разработка конструкции установки для сушки зерна в кипящем слое и закономерности процесса | 78 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Джесембаева А.Е.</i> Исследование влияния физико-механических свойств ферритных отходов на качество ремонтных смесей и разработка рекомендаций для стандартизации вторичного сырья | 85 |
| <i>Искаков К.Т., Муқанова Ж.А., Баранчук К.И., Оралбекова Ж.О., Омарханова Д.Ж.</i> Характеристики и интерфейс базы данных сигнала по данным георадара | 91 |
| <i>Усенов А.К., Жакупова А.Е., Сексенбаева Р.Б.</i> Методики оценки механических характеристик паяных соединений | 101 |
| <i>Утепов Е.Б., Казкеев А.Б., Азат М.А.</i> Методология исследования типов испытаний самоуплотняющегося бетона и примеров передового опыта его реализации в мире и в Казахстане | 110 |

Т.Т. Бекибаев, У.К. Жапбасбаев, Б.К. Кенжалиев, Г.И. Рамазанова

Satbayev University, Алматы, Казахстан
(E-mail: uzak.zh@mail.ru, gaukhar.ri@gmail.com)

Исследование энергосберегающих режимов «горячей» перекачки¹

Аннотация: Приводятся результаты сравнения расчетных и опытных данных «горячей» перекачки нефти по магистральным нефтепроводам. Энергосберегающие режимы «горячей» перекачки получены путем определения оптимальных условий работы насосов, печей подогрева и производительности нефтепровода. Результаты оптимизационных расчетов показывают эффективность энергосберегающих режимов «горячей» перекачки.

Ключевые слова: энергосберегающий режим, критерий оптимизации, «горячая» перекачка нефти, насосный агрегат, печь подогрева, производительность нефтепровода

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-129-4-28-34>

Введение. Впервые решение задачи оптимизации перекачки нефти с подогревом было получено В.С. Яблонским и др. в [1]. Согласно данной работе, температура подогрева будет оптимальной в том случае, когда суммарные затраты на перекачку и подогрев на единицу длины в начале участка нефтепровода равны суммарным затратам на перекачку и подогрев на единицу длины в конце участка.

Условие оптимальности для фиксированной производительности нефти на участке нефтепровода записывается в виде [1]:

$$\rho Q g i_n \frac{\sigma_H}{\eta_H} + k_n \pi D_1 (T_n - T_0) \frac{\sigma_\theta}{\eta_\theta} = \rho Q g i_k \frac{\sigma_H}{\eta_H} + k_k \pi D_1 (T_k - T_0) \frac{\sigma_\theta}{\eta_\theta} \quad (1)$$

где ρ – плотность нефти; Q – объемный расход; g – ускорение силы тяжести; i_n , i_k – гидравлические уклоны на начальном и конечном участках нефтепровода соответственно; k_n , k_k – коэффициенты теплопередачи на начальном и конечном участках нефтепровода соответственно; σ_H , σ_θ – стоимости единицы механической и тепловой энергии; η_H , η_θ – интегральные коэффициенты полезного действия насосных станций и печей подогрева; T_n , T_k – начальная и конечная температура нефти на участке соответственно; T_0 – температура окружающего грунта; D_1 – внутренний диаметр нефтепровода.

В исследованиях [2] по перекачке нефти с подогревом в качестве критерия оптимальности принято считать минимум общих эксплуатационных затрат на перекачку и подогрев, и целевая функция записывается в виде:

$$S = \rho Q g H \frac{\sigma_H}{\eta_H} + \rho Q c_p (T_n - T_k) \frac{\sigma_\theta}{\eta_\theta} \implies \min \quad (2)$$

где S – суммарные затраты на перекачку и подогрев нефти на участке нефтепровода; H – напор насоса; c_p – теплоемкость нефти.

Целевые функции и задачи оптимизации перекачки рассмотрены также в работах [3]-[6].

Условие оптимальности В.С. Яблонского и др. [1] сформулировано для фиксированного объема перекачки нефти на участке нефтепровода и не выполняется при его изменении и регулировании температуры нефти на участке с несколькими насосными станциями и пунктами подогрева.

При рассмотрении задачи оптимизации «горячей» перекачки нефти (т.е. с минимальным энергопотреблением) естественным образом возникает вопрос выбора энергосберегающих режимов работы насосных агрегатов и печей подогрева, эксплуатирующихся на участках магистрального нефтепровода. Оптимальные режимы их эксплуатации снижают потери энергии и повышают эффективность «горячей» перекачки.

¹Работа выполнена за счет средств гранта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по проекту AP05130503.

В работе рассматривается оптимизация энергосберегающих режимов «горячей» перекачки высокозастывающей нефтяной смеси по магистральным нефтепроводам.

1. Модель оптимизационных расчетов энергосбережения

Энергосберегающий режим транспортировки нефтяных смесей определяется работой насосных агрегатов и печей подогрева на участках магистрального нефтепровода. В связи с этим считается, что критерий оптимальности на участке магистрального нефтепровода с несколькими станциями определяется минимальным значением суммарной стоимости потребляемой энергии насосных агрегатов и печей подогрева [5], [6]:

$$F = \sum_{i=1}^n \left(\sigma_i^M \sum_j^{m_i} E_{ij} + \frac{\rho Q c_p (T_i^\theta - T_i^r) \sigma_i^T}{\eta_i^\theta} \right) \Rightarrow \min \quad (3)$$

где F – суммарная стоимость потребляемой энергии насосов и печей подогрева, n – количество нефтеперекачивающих и тепловых станций на участке, m_i – количество работающих насосов на i -ой станции, σ_i^M – стоимость единицы электрической энергии на i -ой станции, σ_i^T η_i^θ – стоимость единицы тепловой энергии (топлива) и коэффициент полезного действия печей подогрева на i -ой станции соответственно, E_{ij} – потребляемая мощность j -го насосного оборудования на i -ой станции, T_i^θ, T_i^r температура нефтесмеси на выходе и входе i -ой станции соответственно.

Первое слагаемое в формуле (3) определяет стоимость потребляемой энергии на перекачку всех работающих насосов, а второе – стоимость энергии на подогрев нефтесмеси на каждой станции. Согласно критерию (3), энергосберегающий режим «горячей» перекачки определяется минимальной суммарной стоимостью мощности на подогрев и перекачку нефтесмеси. Объем перекачки определяется потерями напора на гидравлическое сопротивление и изменением вязкости нефтесмеси от температуры. Поэтому оба слагаемых уравнения (3) зависят от температуры нефтесмеси.

Распределение температуры нефтесмеси на каждом j -ом участке нефтепровода между станциями определяется формулой Шухова-Черникина с учетом теплоты трения и фазового перехода [2], [7], [8]:

$$T_j(x) = T_{wj} + \frac{Ggi}{k\pi D_1} + \left(T_{0j} - T_{wj} - \frac{Ggi}{k\pi D_1} \right) \exp \left(- \frac{k\pi D_1 x}{G(c_p + \varepsilon H_f / (T_b - T_c))} \right) \quad (4)$$

где T_{wj} – температура окружающей среды на j -ом участке; G – массовый расход нефти; g – ускорение силы тяжести; i – гидравлический уклон участка; k – коэффициент теплопередачи через стенку нефтепровода; D_1 – внутренний диаметр трубопровода; c_p – коэффициент теплоемкости нефти; T_{0j} – начальная температура нефти на j -ом участке; x – расстояние от начала j -ого участка; H_f – теплота фазового перехода при кристаллизации парафина; ε – содержание парафина в нефти; T_b – температура начала образования парафина; T_c – температура конца образования парафина.

Полный напор насосного оборудования для перекачки нефтесмеси находится из уравнения баланса напоров [6], [8]:

$$h_n + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \left(H_k \left(\frac{n_k}{n_{\text{ном}}} \right)^2 + a_k Q - b_k Q^2 \right) = \sum_{j=1}^n (1,02 h_{\tau j} + \Delta z_j) + \sum_{i=1}^s h_{si} + h_{\text{ост}} \quad (5)$$

где h_n – напор подпорного насоса начальной станции; H_k – напор k -го магистрального насоса станции; $n_k/n_{\text{ном}}$ – отношение частоты вращения ротора к номинальной частоте вращения k -го насоса; Q – объемный расход нефти; a_k, b_k – постоянные k -го насоса; $h_{\tau j}$ – потери напора на гидравлическое сопротивление трубы на j -ом участке; $\sum_{i=1}^s h_{si}$ – потеря напора на станциях подогрева; $h_{\text{ост}}$ – остаточный напор на входе конечной станции.

Зависимости плотности, вязкости и теплоемкости нефтесмесей от температуры находятся по стандартным формулам [8]:

$$\rho(T) = \rho_{20} [1 + \xi(20 - T)], \mu(T) = a \cdot \exp(-b \cdot T), c_p(T) = \frac{1}{\sqrt{\rho_{20}}} (53357 + 107,2 \cdot T) \quad (6)$$

где ρ_{20} – плотность нефти при температуре 20° С; ξ – коэффициент объемного расширения нефти ($\xi = 0,000738$ 1/° С); a, b – эмпирические постоянные.

2. Обсуждение результатов расчетов. Определение оптимальных режимов перекачки нефти важно для снижения потребляемой мощности насосов и печей подогрева на магистральном нефтепроводе «Узень - Атырау - Самара» [5]. Учитывая масштаб потребления электроэнергии и тепла при «горячей» перекачке, даже незначительные в процентном отношении снижения затрат могут привести к экономии энергоресурсов [5], [6].

Поиск оптимальных режимов «горячей» перекачки проводится на участке «Касымова – Большой Чаган» вышеуказанного магистрального нефтепровода. Перекачка производится насосами нефтеперекачивающих станций (НПС) «Касымова» и «Индер», а подогрев нефти производится на печах этих двух НПС и на станции подогрева нефти (СПН) «Сахарный».

На основе критерия (3) был разработан алгоритм расчета для моделирования и оптимизации «горячей» перекачки. Программное обеспечение SmartTran было интегрировано с оптико-волоконной системой SCADA. Таким образом, фактические параметры режимов «горячей» перекачки были взяты из SCADA системы и использовались в качестве исходных данных для проведения оптимизационных расчетов в программе SmartTran.

На рисунке 2 показаны распределения давления, температуры «горячей» перекачки на участке «Атырау – Большой Чаган», параметры работающих насосов, температуры подогрева нефти. В верхнем графике показано изменение гидроуклона, в среднем – распределение давления, в нижнем графике – распределения температуры нефти и грунта. В таблице рисунка 1 приведены работающие насосы НПС «Касымова» (М2, П2) и НПС «Индер» (М2, М3). Подогрев нефти производится на НПС «Касымова», НПС «Индер» и СПН «Сахарный». Распределения гидроуклона, давления и температуры нефтесмеси на рисунке 2 получены программой SmartTran. Производственные данные, полученные системой SCADA, на графиках обозначены точками. Можно отметить хорошее согласие расчетных и производственных данных.

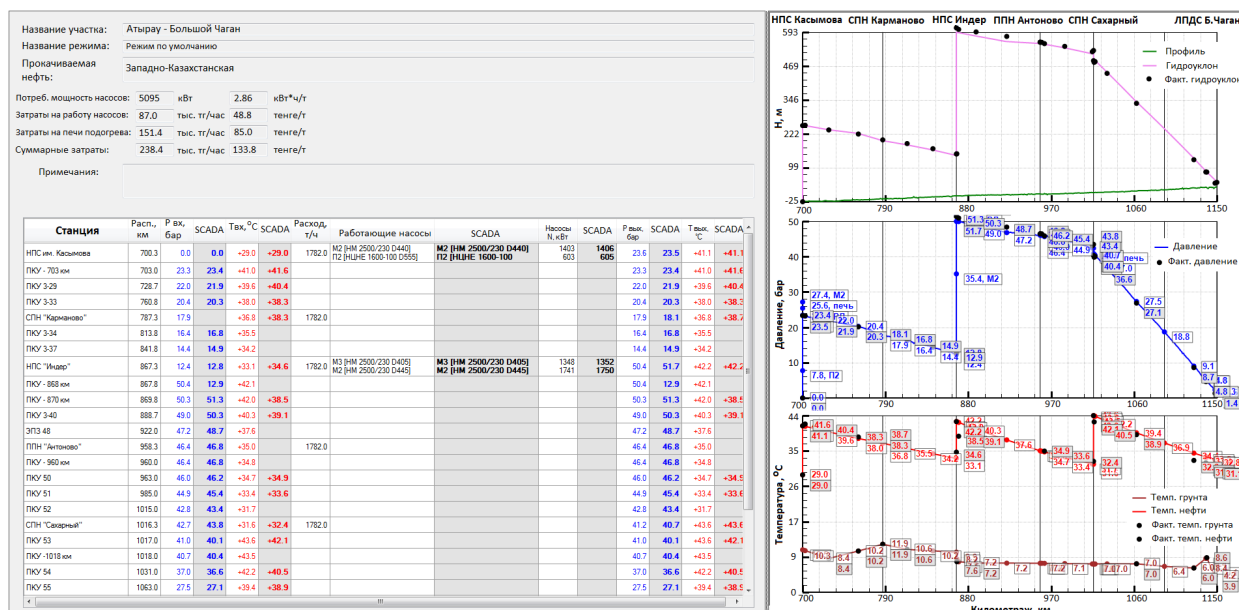


Рисунок 1 – Расчетные данные «горячей» перекачки с расходом 1782 т/ч по данным SCADA на участке «Атырау – Большой Чаган»

В верхней части рисунка 2 представлены расчетные данные потребляемой мощности насосов 5095 кВт, удельного потребления электроэнергии насосов 2,86 кВт·т/ч, а также затрат на

работу насосов - 87 тыс. тенге/ч и печей подогрева 151,4 тыс. тенге/ч. Для данного режима удельные затраты на перекачку и подогрев нефти составили 48,8 и 85 тенге/т соответственно.

В таблице рисунка 2 для каждого пункта участка нефтепровода приводятся данные расчета давления и температуры нефти, мощности насосов. Полученные результаты находятся в согласии с опытными данными SCADA системы с точностью от 1 до 3 %.

При перекачке больших объемов нефти по данному участку для снижения гидравлического сопротивления турбулентного потока нефти на СПН «Сахарный» вводится противотурбулентная присадка. Это связано с тем, что в данном пункте имеется переход нефтепровода с трубы диаметром 1000 мм на трубу диаметром 700 мм. При этом средняя скорость потока нефти увеличивается в 2,04 раза.

На рисунке 2 показаны результаты расчетов программы SmartTran и опытные данные SCADA системы при вводе противотурбулентной присадки.

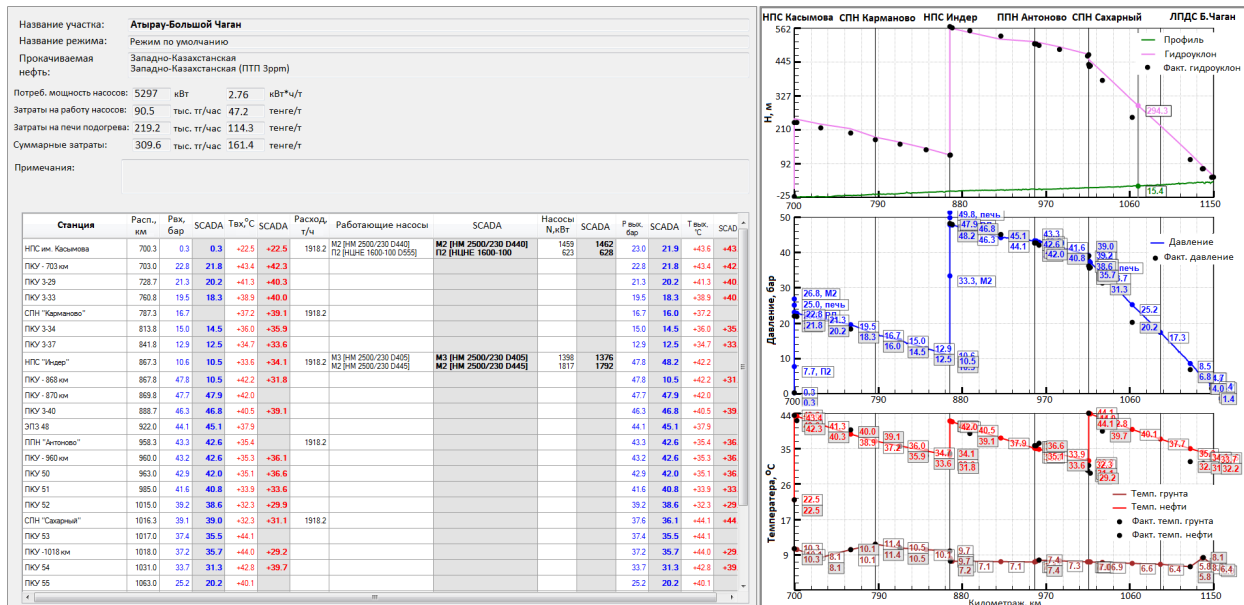


Рисунок 2 – Расчетные данные «горячей» перекачки с расходом 1918,2 т/ч по данным SCADA системы на участке «Атырау – Большой Чаган»

Увеличение расхода нефти 1918,2 т/ч приводит к росту потребляемой мощности насосов до 5297 кВт, затраты на работу насосов составляют 90,5 тыс. тенге/ч и печей подогрева – 219,2 тыс. тенге/ч.

Однако удельное потребление электроэнергии и затраты на перекачку снижаются и составляют 2,76 кВт·ч/т и 47,2 тенге/т соответственно. Это может быть объяснено воздействием противотурбулентной присадки, снижающей гидравлическое сопротивление турбулентного потока нефти.

Удельные затраты печей подогрева увеличивается из-за подогрева большего количества нефти. Здесь также (рис. 2) можно отметить согласие рассчитанных значений мощности насосов, параметров потока нефти с опытными данными SCADA системы.

При «горячей» перекачке основные затраты связаны с подогревом нефти, поэтому проводились оптимизационные расчеты для определения эффективной температуры подогрева нефти.

На рисунках 5 и 4 представлены расчетные данные, полученные при одинаковом расходе нефти 1781,1 т/ч и одинаковых температурах грунта. В первом случае (рис. 5) расчеты проведены при температурах подогрева нефти на станциях «Касымова», «Индер» и «Сахарный» согласно опытными данным SCADA.

Результаты расчетов на рисунке 4 получены при оптимальных условиях работы насосов и печей подогрева на станциях «Касымова», «Индер» и «Сахарный». Расчеты удовлетворяют критерию (3) и условиям безопасной перекачки.

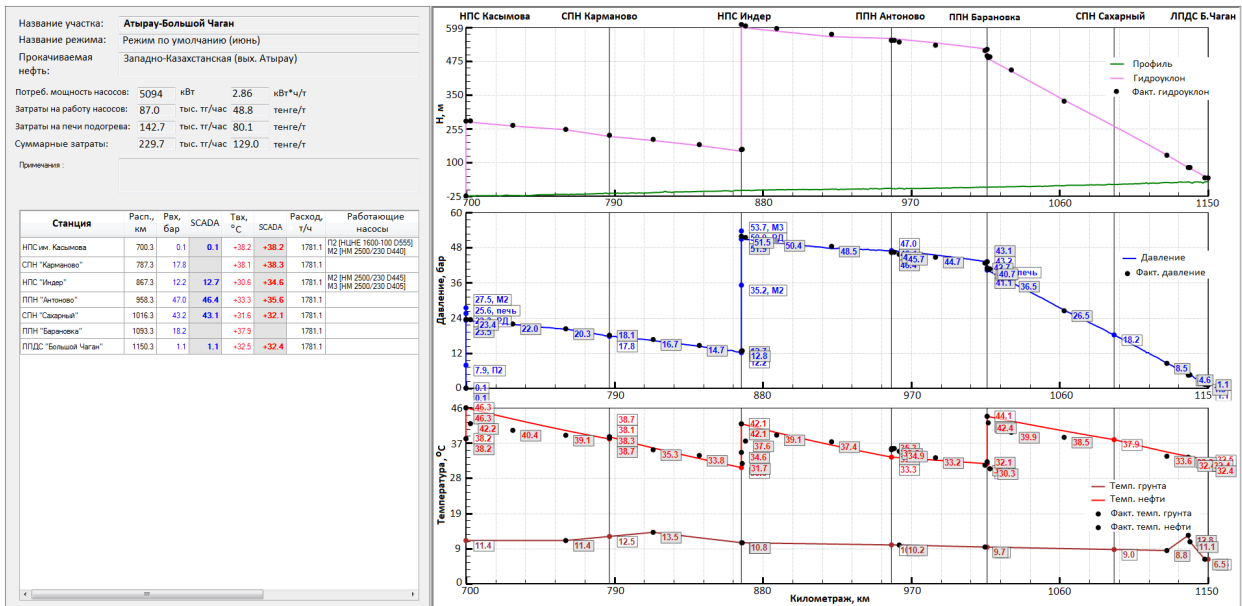


Рисунок 3 – Расчетные данные «горячей» перекачки с расходом 1781.1 т/ч по данным SCADA на участке «Атырау – Большой Чаган»

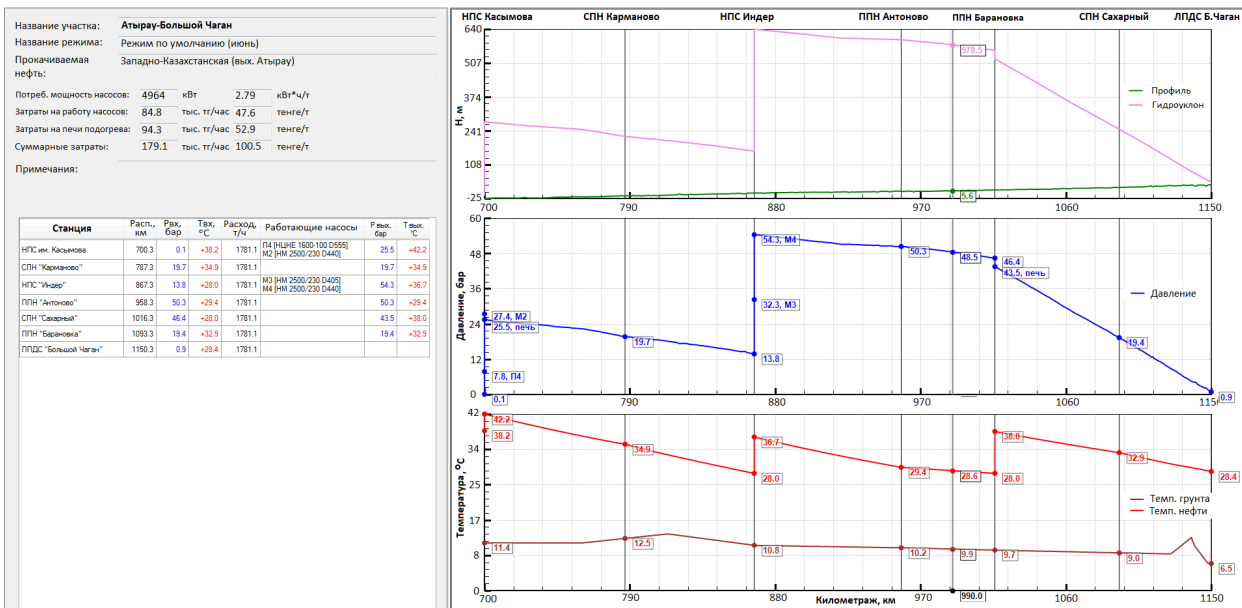


Рисунок 4 – Расчетные данные энергосберегающего режима «горячей» перекачки с расходом 1781.1 т/ч на участке «Атырау – Большой Чаган»

В этом случае температура подогрева на станциях подбирается так, чтобы значение температуры нефти на всем участке не опускалось ниже 28°C . Как видно из рисунка 4, значения температуры подогрева на станциях «Касымова», «Индер» и «Сахарный» составили $42,2^{\circ}\text{C}$, $36,7^{\circ}\text{C}$ и $38,0^{\circ}\text{C}$ соответственно. Тогда как температуры подогрева на тех же станциях по опытным данным SCADA были равны $46,3^{\circ}\text{C}$, $42,1^{\circ}\text{C}$ и $44,1^{\circ}\text{C}$, соответственно (рис. 5).

Можно отметить, что в энергосберегающем режиме температура подогрева нефти снизилась на НПС «Касымова» на $4,1^{\circ}\text{C}$, на НПС «Индер» на $5,4^{\circ}\text{C}$, на СПН «Сахарный» на $6,1^{\circ}\text{C}$.

Суммарные мощности насосов для этих двух режимов составили 5094 кВт (рис. 5) и 4964 кВт (рис. 4).

В энергосберегающем режиме суммарные затраты на перекачку и подогрев нефти снизились от 229,7 тыс. тенге/ч до 179,1 тыс. тенге/ч, а удельные затраты - от 129 тенге/т до 100,5 тенге/т.

Таким образом, цифровая технология, созданная путем интеграции программного обеспечения SmartTran и SCADA системы, позволяет определить режимы энергосбережения «горячей» перекачки нефти по магистральным нефтепроводам.

Закключение. По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Оптимизация режима «горячей» перекачки состоит в том, чтобы найти такие условия работы насосов и печей подогрева нефти, при которых суммарная стоимость затрат на энергию насосов и топливо печей в единицу времени была бы минимальной, и выполнялись условия безопасной перекачки. Целесообразность минимизации именно суммы стоимости затрат, а не суммы потребляемой энергии насосов и печей объясняется тем, что электроэнергия и тепловая энергия имеют совершенно разную стоимость. Поэтому корректно сравнивать лишь стоимости затрат, которые были потрачены на работу насосов и печей подогрева.

2. Результаты расчетов «горячей» перекачки на участке «Атырау – Большой Чаган» находятся в согласии с опытными данными SCADA системы.

3. Оптимальные режимы «горячей» перекачки получены с удовлетворением критерия (3), а также условий безопасности технологического режима. Энергосбережение работы насосов и печи подогрева найдено при условии, что температура нефти на участке «Атырау – Большой Чаган» не опускалась ниже 28 °С. Показано, что удельные затраты на перекачку и подогрев снижаются от 129 до 100,5 тенге/т, экономия составляет 22,1 %.

Список литературы

- 1 Яблонский В.С., Новоселов В.Ф., Галеев В.Б., Закиров Г.З. Проектирование, эксплуатация и ремонт нефтепродуктопроводов. – М.: Недра, 1965. – 412 с.
- 2 Агапкин В.М., Кривошеин Б.Л., Юфин В.А. Тепловой и гидравлический расчеты трубопроводов для нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
- 3 Абрамзон Л.С. Оптимальные параметры работы горячих трубопроводов // Нефтяное хозяйство. – 1979. – №2. – С.53-54.
- 4 Бахтизин Р.Н., Шутов А.А., Штукатуров К.Ю. Оптимальный выбор технологий для работы неизотермического трубопровода // Башкирский химический журнал. – 2003. – № 1(10). – С. 18-20.
- 5 Коршак А.А., Нечваль А.М. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. – 516 с.
- 6 Клишко В.И. Обоснование рационального температурного режима трубопроводного транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти: дисс. канд. техн. наук: 25.00.19 / Клишко Василий Иванович - Санкт-Петербург, 2014. – 137 с.
- 7 Жапбасбаев У.К., Махмотов Е.С., Рамазанова Г.И., Бекибаев Т.Т., Рзиев С.А. Расчет оптимальной температуры перекачки для транспортировки нефти // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – Т. 20. №4 – С. 61-66.
- 8 Черников В.И. Перекачка высоковязких и застывающих нефтей. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 164 с.
- 9 Тугунов П.И. и др. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации газонефтепроводов. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. – 658 с.

Т.Т. Бекібаев, Ұ.Қ. Жапбасбаев, Б.К. Кенжалиев, Г.І. Рамазанова

Қ. Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

«Ыстық» айдаудың энергия үнемдеу режимдерін зерттеу

Аңдатпа: Магистралдық мұнай құбырлары арқылы мұнайды «ыстық» айдаудың есептеу және тәжірибелік деректерін салыстыру нәтижелері келтірілген. Мұнайды «ыстық» айдаудың энергия үнемдеу режимдері сорғылар мен қыздыру пештерінің оңтайлы жұмыс жағдайларын және мұнай құбырының өнімділігін анықтау арқылы алынған. Оңтайландыру есептерінің нәтижелері «ыстық» айдаудың энергия үнемдеу режимдерінің қаншалықты тиімді екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: энергия үнемдеу режимі, оңтайландыру критерийі, мұнайды «ыстық» айдау, сорғы қондырғысы, қыздыру пеші, мұнай құбырының өнімділігі.

T.T. Bekibayev, U.K. Zhapbasbayev, B.K. Kenzhaliev, G.I. Ramazanova

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

Investigation of energy-saving modes of "hot" pumping

Abstract: The results of the comparison of calculated and experimental data of "hot" oil pumping through the main pipeline are given. Energy-saving modes of "hot" pumping are obtained by determining the optimal operating conditions of pumps, heating furnaces and the capacity of the oil pipeline. The results of optimization calculations show the effectiveness of energy-saving modes of "hot" pumping.

Keywords: energy saving mode, optimization criterion, "hot" oil pumping, pumping unit, preheater, oil pipeline capacity

References

- 1 Yablonsky V.S., Novoselov V.F., Galeev V.B., Zakirov G.Z. Proektirovanie, jekspluatacija i remont nefteproduktoprovodov. [Design, operation and repair of oil product pipelines] (Nedra, Moscow, 1965). [in Russian]
- 2 Agapkin V.M., Krivoshein B.L., Yufin V.A. Teplovoj i gidravlicheskij raschety truboprovodov dlja nefti i nefteproduktov [Heat and hydraulic calculations of pipelines for oil and oil products] (Nedra, Moscow, 1981). [in Russian]
- 3 Abramzon L.S. Optimal'nye parametry raboty gorjachih truboprovodov [Optimum operating parameters of hot pipelines] // Oil industry [Neftjanoe hozjajstvo] 2, 53-54 (1979). [in Russian]
- 4 Bakhtizin R.N., Shutov A.A., Shtukurov K.Yu. Optimal'nyj vybor tehnologij dlja raboty neizotermicheskogo truboprovoda [The optimal choice of technologies for the non-isothermal pipeline operation] Bashkirskij himicheskij zhurnal [Bashkir Chemical Journal] 1 (10), 18-20 (2003). [in Russian]
- 5 Korshak A.A., Nechval' A.M. Truboprovodnyj transport nefti, nefteproduktov i gaza [Pipeline transportation of oil, oil products, and gas] (DesignPoligraphService LLC, Ufa, 2005). [in Russian]
- 6 Klimko V.I. Obosnovanie racional'nogo temperatur'nogo rezhima truboprovodnogo transporta vysokovjazkoj i viskozozastyvajušej nefti: PhD diss. [Justification of the rational temperature regime of pipeline transport of highly viscous and high pour point oil: PhD thesis] St. Petersburg, 2014. 137 p. [in Russian]
- 7 Zhapbasbaev U.K., Makhmotov E.S., Ramazanova G.I., Bekibaev T.T., Rziev S.A. Raschet optimal'noj temperatury perekachki dlja transportirovki nefti [Calculation of the optimal pumping temperature for oil transportation] Nauka i tehnologii truboprovodnogo transporta nefti i nefteproduktov [Science and technologies of pipeline transportation of oil and petroleum products] 20 (4), 61-66 (2015). [in Russian]
- 8 Chernikin V.I. Perekachka vysokovjazkih i zastyvajušhijh neftej [Pumping highly viscous and solidifying oils] (Gostoptehizdat, Moscow, 1959). [in Russian]
- 9 Tugunov P.I. and et al. Tipovye raschety pri proektirovanii i jekspluatacii gazonefteprovodov [Routine calculations in the design and operation of gas and oil pipelines] (DesignPoligraphService LLC, Ufa, 2002). [in Russian]

Сведения об авторах:

Бекібаев Т.Т. – магистр, руководитель отдела "Компьютерное моделирование и программное обеспечение", Satbayev University, ул. Сатпаева, 22, Алматы, Казахстан.

Жапбасбаев У.К. – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, Satbayev University, ул. Сатпаева, 22, Алматы, Казахстан.

Кенжалиев Б.К. – доктор технических наук, профессор, проректор по науке, Satbayev University, ул. Сатпаева, 22, Нур-Султан, Казахстан.

Рамазанова Г.И. – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Satbayev University, ул. Сатпаева, 22, Нур-Султан, Казахстан.

Bekibayev T.T. – Master, Head of Computer Simulation and Software department, Satbayev University, Satbayev street, 22 Almaty, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zhapbasbayev U.K. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory, Satbayev University, Satbayev street, 22 Almaty, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kenzhaliev B.K. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific Work, Satbayev University, Satbayev street, 22 Almaty, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Ramazanova G.I. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Research Fellow, Satbayev University, Satbayev street, 22 Almaty, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 25.06.2019

«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, Нұр-Сұлтан қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 402 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 келісінмін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісінмін 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

FTAMPK <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

Аңдатпа (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 жүргізіледі: 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 эзирлеу 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

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Клн 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Клн 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

Клн 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, Nur-Sultan, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 402) 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: КСЖВКЗКХ

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

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 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.Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 402) 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: КСЖВКЗКХ

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: IRTYKZKA

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, Нур-Султан, 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 $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

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

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

Таблица 1 – Название таблицы

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



Рисунок 2 – Название рисунка

3. Ссылки и библиография

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

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . 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 Темиргалиев 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., Абикинова 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 гиполипидемическая 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. Теміргалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Нұр-Сұлтан, 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, Nur-Sultan, 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 funkcionov s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionov 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 funkcionov" [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 gipolipidemicheskaia aktivnost' leukomycina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vložhenija simplekticheskoj geometrii [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, Нур-Султан, Казахстан.

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

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актыбинский 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., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, 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. -4(129).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 10,125. Таралымы - 25 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