

iISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Satbayev University

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Satbayev University

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Satbayev University

SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

2 (440)

MARCH – APRIL 2020

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, KAZAKHSTAN

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғызстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыр көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoyev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010.

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 440 (2020), 6 – 13

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.25>

UDC 532.542; 519.688

IRSTI 73.39.81

**I. K. Beisembetov¹, T. T. Bekibayev¹, U. K. Zhapbasbayev¹,
G. I. Ramazanova¹, M. Panfilov²**

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

²University of Lorraine, Nancy, France.

E-mail: timur_bekibaev@mail.ru, gaukhar.ri@gmail.com, uzak.zh@mail.ru

**SMARTTRAN SOFTWARE FOR TRANSPORTATION
OF OIL JSC KAZTRANSOIL**

Abstract. Digital technology for monitoring, controlling and optimizing technological practices of oil and oil mixtures pumping through the sections of main pipelines, operating pumping units, preheaters, ground temperature, oil rheological properties and etc. has been created in a result of integration of a SmartTran software with of the Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and the Automated Metering System (AMS) systems of the JSC “KazTransOil”. The paper describes the main functionalities of the SmartTran software which was developed by the authors.

Thermohydraulic calculations of the sections of the main oil pipelines of JSC “KazTransOil” were carried out and compared with the actual data on the distribution of oil pressure, oil and ground temperature, power consumption of pumping equipment taken from SCADA and AMS.

The accordance of the calculated and actual data shows the applicability of the SmartTran software for the automation of calculations, planning and optimization of the technological modes of oil transportation through the main oil pipelines of JSC “KazTransOil”.

Key words: software, integration, main oil pipeline, oil transportation, simulation, optimization.

Introduction. Automation of calculation [1-10], planning [11-16] and optimization [17-21] of the technological modes of oil transportation is in high importance in energy saving and energy efficiency issues of the oil and gas sector of economy. In consequence of the integration of SmartTran software, SCADA and AMS information systems of JSC “KazTransOil” has created an intelligent system for automating calculations and optimizing technological modes of oil and oil mixtures pumping in the sections of the main oil pipelines, pump units, preheaters operating, ground temperatures, rheological properties of oils etc.

Based on the historical data of the JSC “KazTransOil” SCADA system the following was carried out: 1) analysis of tags and industrial data by the operational pumping modes; 2) adaptation of head-capacity and energy characteristics of pumping units depending on their operational life; 3) adaptation of the pipelines’ hydraulic resistance along main pipeline sections taking into account the rheological properties of the oil mixtures, changes in pipe roughness due to the asphaltene-resin-paraffin deposits; 4) adaptation of heat transfer coefficients between the “hot” oil and the ground, depending on changes in the ground thermal conductivity along main pipeline sections; 5) adaptation of the preheaters’ characteristics depending on efficiency, pressure drop, etc.

According to the AMS and SCADA data the consumed power of pumping units, the cost of operating pumps and preheaters, the distribution of pressure and temperature of oil and oil mixtures in main pipelines sections, the change in ground temperature along the route can be found in real-time mode.

The SmartTran software has the following performance capabilities:

1. Heat-hydraulic calculations of stationary modes of high viscous and high pour point oil transportation for the safe operation of the main pipelines (taking into account associated pumping in and pumping out, pipe defects, loops and branches, pressure regulator and input of additives that reduce the hydraulic resistance of the pipeline, the pour point temperature of oil);

2. Heat-hydraulic calculations of non-stationary cooling and restart modes after short-term stops for the safe operation of the main oil pipelines;

3. Heat-hydraulic calculations of serial transfer of different varieties of high viscous and high pour point oils mixtures through the sections of the main pipelines;

4. Heat-hydraulic calculations of energy saving modes of main pumping units with detachable rotors and variable frequency drive for stationary operation regimes;

5. Determination of the optimum heating temperature of oil mixtures and energy-saving modes of preheaters for stationary “hot” operation modes;

6. Selection of pumping equipment with detachable rotors and variable frequency drive for forecasting the maximum capacity of the pipeline in terms of the safe pumping conditions;

7. Adaptation of real characteristics of pumping equipment of the pumping stations (PS) according to the SCADA historical data;

8. Adaptation of the hydraulic characteristics of the pipe due to changes in wall roughness and heat transfer coefficient depending on the ground thermal conductivity of the main oil pipelines sections.

9. Designing of new sites, the addition of pumping equipment at PS and input of rheological properties of oil mixtures.

The mechanisms for obtaining actual data on operation modes of oil pipeline, storing and uploading them to the user interface for analysis and processing have been developed in the SmartTran software. Figure 1 shows the interaction diagram of the SmartTran software with the SCADA and AMS. Data from the sensors (pressure, temperature, flow rate, network frequency measurements) are sent to the SCADA server from all sections of the JSC “KazTransOil” main pipelines. The special OPC client of the SmartTran integration server receives sensor data from the SCADA server via the WinCC system using the OPC protocol with a frequency of 30 minutes. The OPC client exports the actual data to the historical database in MySQL format of the SmartTran DB server. The use of an intermediate server (the SmartTran integration server) is dictated by the JSC “KazTransOil” security policy (figure 1).

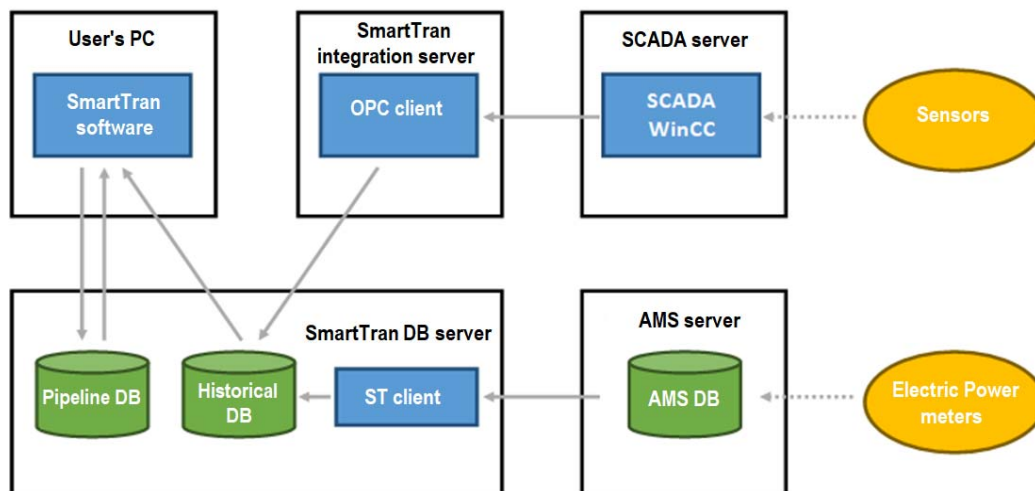


Figure 1 – The SmartTran interaction diagram with SCADA and AMS systems of JSC “KazTransOil”

The electric energy data from various devices of JSC “KazTransOil” are transferred to a separate AMS server and stored in a MySQL-format DB. The special client application (ST-client) was developed on the SmartTran DB server, which receives new data of the active power consumption of JSC “KazTransOil” pumping units from the AMS DB and exports them to the historical data DB in the required format every 30 minutes.

In that way the actual data of the technological pumping modes parameters are stored as historical data in the SmartTran software DB.

The SmartTran applications only interact with the SmartTran DB server on users' computers. The users download data on the oil pipelines sections from the single pipeline DB, which provides data actuality. Individual users can also make changes to the pipeline DB (oil library, pump library, pipe parameters, etc.) if they have rights to edit various parameters of pipelines. In the same DB user-defined calculations are stored, for the analysis of which the historical data are used. The SmartTran software uses the historical data to adjust the parameters of pumps, pipes and grounds, which also lead to changes in the pipelines DB.

Analysis and discussion of the calculated data. The calculations results of technological pumping regimes of oil and oil mixtures along some oil pipeline routes of JSC "KazTransOil" are given below using data from the SCADA, AMS systems.

Figure 2 presents the comparison results of the calculated data (curves) with the actual SCADA values (points) of the Karazhanbas-Aktau pipeline section. The upper plot of the figure 2 shows the distribution of the hydraulic slope, the middle one shows the oil pressure distribution, and the lower plot presents the oil temperature distribution. The calculation results of the power consumption of pumping units and the pumping cost according to AMS are presented in a tabulated form (figure 2).

High-viscosity oil is pumped at the Karazhanbas-Aktau pipeline section. Hydraulic slope, oil pressure and temperature distributions show good agreement with the calculated lines with the actual SCADA data of JSC "KazTransOil" (figure 2).

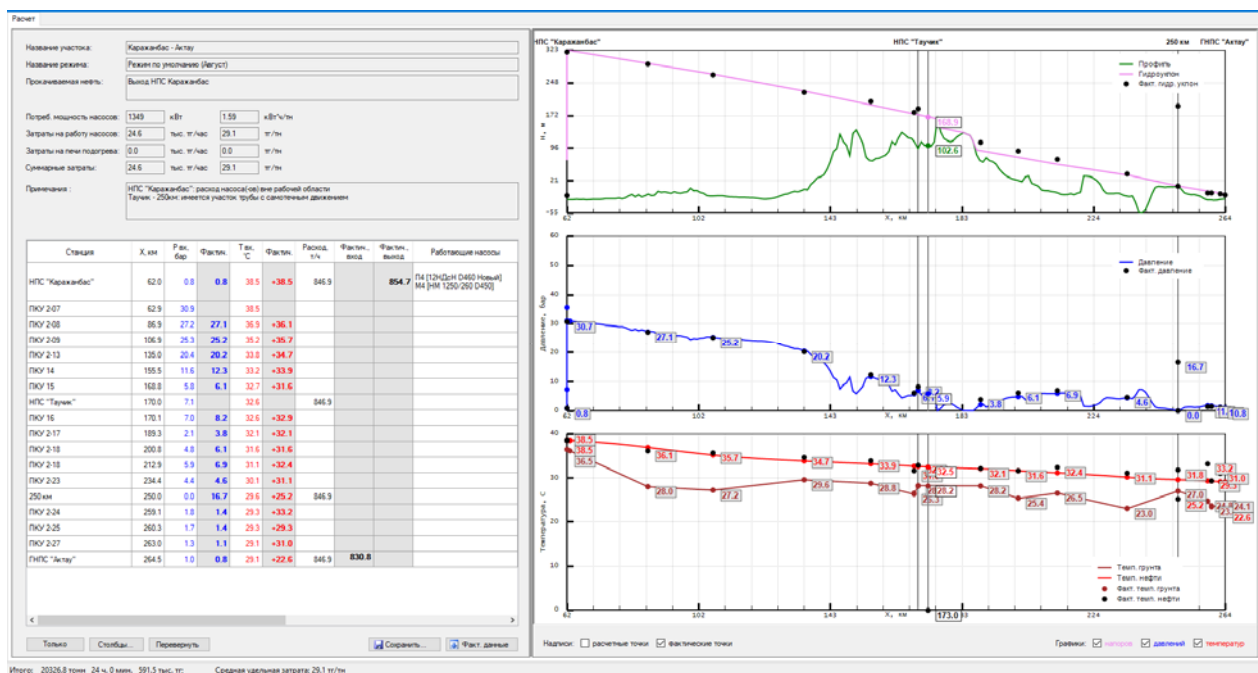


Figure 2 – Comparison of calculated (lines) data with experimental points of the Karazhanbas-Aktau section

Figure 3 presents the comparison results of the Aktau - Zhetybai pipeline section. The graphical data shows the hydraulic slope distribution (upper plot), oil pressure distribution (middle plot), and oil and ground temperature distribution (lower plot). In the left side of figure 3, the calculations of the power consumption of the pumps and the oil pumping cost according to the AMS data are shown in the table form. Comparison of hydraulic slope, pressure and temperature distributions shows good agreement between calculated data and the actual SCADA values.

Figure 4 shows the results of comparing the calculated data of the Kasymov-Bolshoi Chagan pipeline section with the SCADA data.

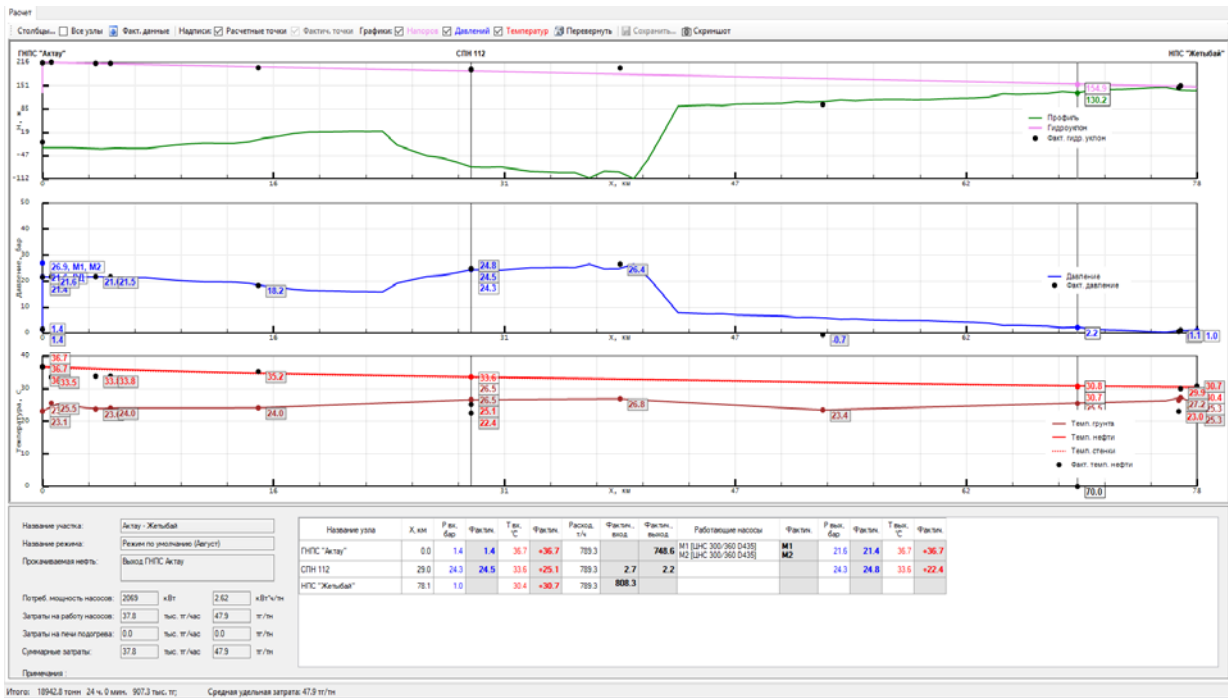


Figure 3 – Comparison of calculated (lines) data with experimental points of the Aktau - Zhetybai section

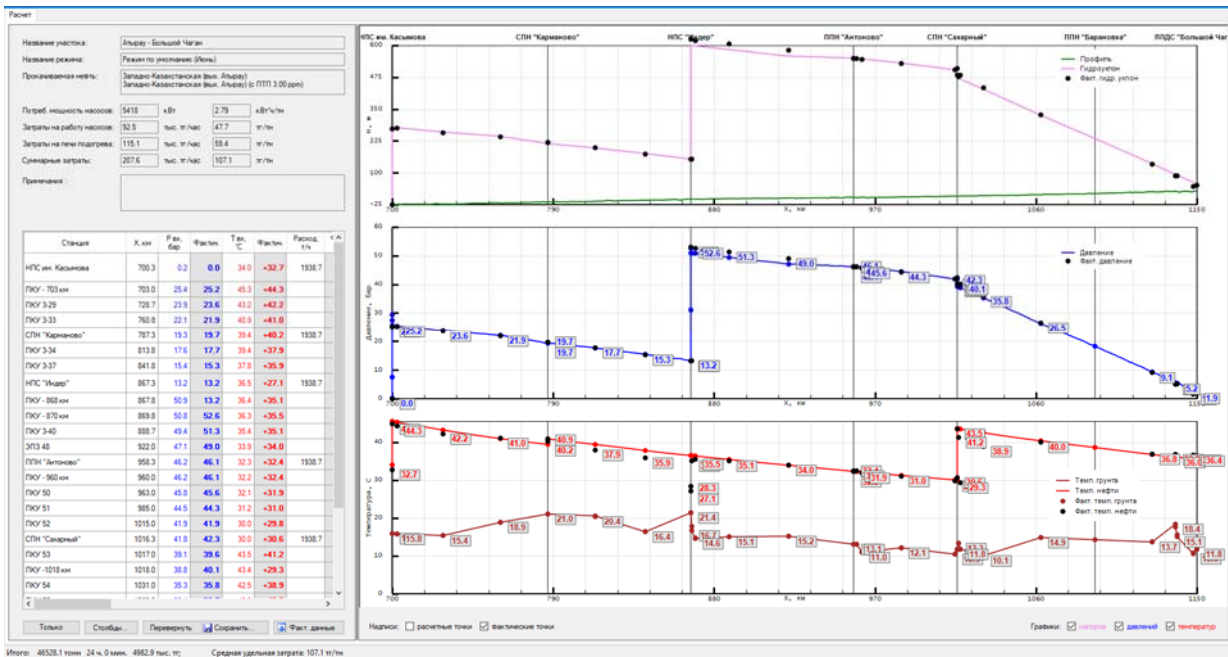


Figure 4 – Comparison of calculated (lines) data with experimental points of the Kasymov - Bolshoi Chagan section

At this pipeline section there is a “hot pumping” of high pour point oil mixtures with associated heating at the T. Kasymova and the Sakharny stations. In addition, an anti-turbulent additive is introduced at the Sakharny station to reduce the hydraulic resistance of the turbulent flow, since at this point the pipeline diameter changes from 1000 to 700 mm and the average flow velocity is almost doubled. Therefore, at high oil flow rates, for example, 1938.7 t / h (figure 4), the anti-turbulent additive is used to reduce the pipeline pressure and for the pumping safety.

The curves of hydraulic slope, pressure and temperature distribution show good agreement with the SCADA actual data (figure 4). Here are also presented the calculations of the energy consumed by pumps and preheaters for pumping and heating oil mixtures.

Figure 5 presents the calculated results of the technological modes of oil transportation along the following pipeline sections: Dzhumagaliyev – Atasu.

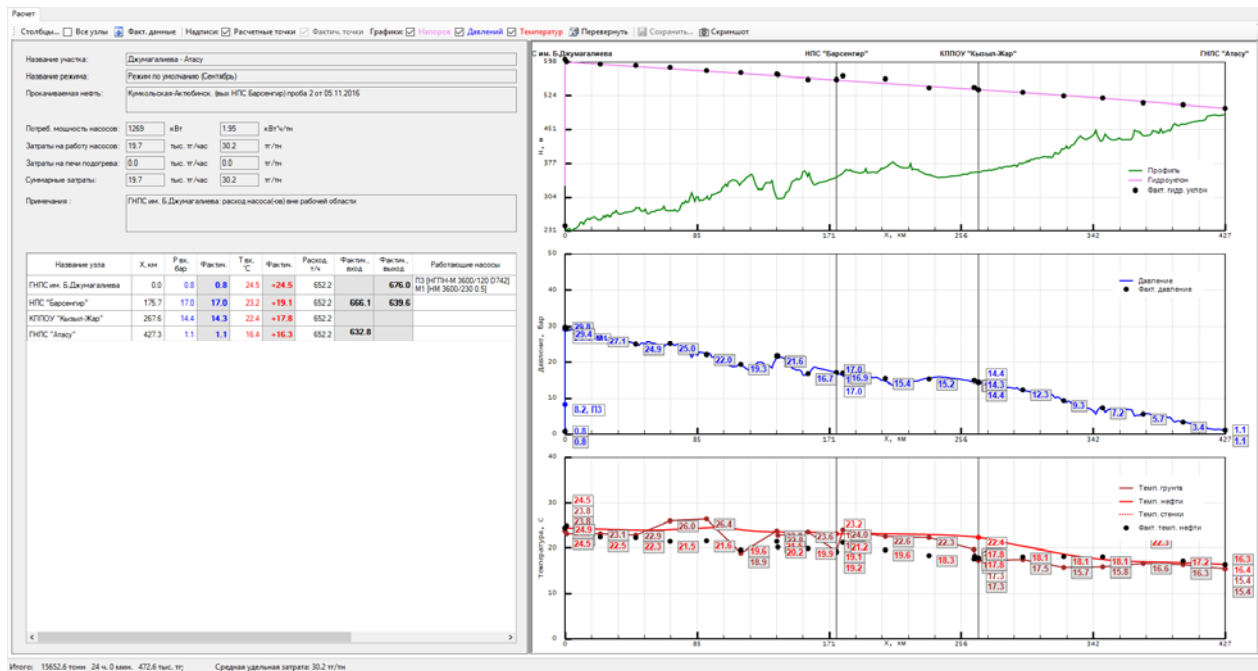


Figure 5 – Comparison of calculated (lines) data with experimental points of the Dzhumagaliyev – Atasu section

In all case, the comparison of the calculated curves obtained by the SmartTran software with the actual SCADA values (figure 5) shows good agreement.

In this way, the comparison of the calculated curves with the actual data confirm the functional capabilities of the SmartTran software for modeling, planning and optimizing the oil transportation of through the oil pipeline routes of JSC “KazTransOil”.

Conclusion. 1. The intelligent system for automating calculations, planning and optimizing the technological practices of oil and oil mixtures transportation through the oil pipeline routes of JSC “KazTransOil” has been created by the authors through the integration of SmartTran software with the SCADA and AMS systems of JSC “KazTransOil”.

2. The calculation results are in good agreement with the actual data of the SCADA system. SmartTran software together with SCADA and AMS systems is an effective tool for safe operation of pipelines and calculation of economic factors for oil and oil mixtures pumping through the JCS “KazTransOil” main oil pipelines.

Acknowledgements. This work has been supported by the project #AP05130503 “Management of energy-efficient modes of oil transportation through main oil pipelines using the SCADA system”, funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

Е. Қ. Бейсембетов¹, Т. Т. Бекібаев¹, Ұ. Қ. Жапбасбаев¹, Г. И. Рамазанова¹, М. Панфилов²,

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

²Лотарингия университеті, Нанси, Франция

«ҚАЗТРАНСОЙЛ» АҚ МҰНАЙЫН ТАСЫМАЛДАУ БОЙЫНША SMARTTRAN БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАСЫ

Аннотация. SmartTran бағдарламалық жасақтамасын «ҚазТрансОйл» АҚ-ның SCADA және АСКУЭ ақпараттық жүйелерімен интеграциялау нәтижесінде магистральды құбырлармен мұнай және мұнай қоспаларын айдаудың технологиялық режимдерін бақылау, басқару және оңтайландыруға арналған сандық технологиясы жасалды.

SmartTran бағдарламалық жасақтамасында «ҚазТрансОйл» АҚ-ның мұнай құбырларының, сорғы қондырғыларының, жылыту пештерінің, топырақ параметрлері мен мұнай қоспаларының сипаттамалары бойынша дерекқоры бар.

Бағдарлама әр түрлі конфигурациядағы мұнай құбырларының жаңа учаскелерін жобалауға, модельдеуге, сорғы жабдығы және пештердің параметрлері мен мұнай қоспаларының реологиялық қасиеттерін дерекқорға енгізуге немесе оны мәліметтермен жаңартуға мүмкіндік береді.

SmartTran бағдарламалық жасақтамасы тұтқырлығы жоғары және жоғары температурада қататын мұнай қоспаларын айдаудың стационарлық және стационарлық емес режимдерін жылу-гидравликалық есептеуге мүмкіндік береді. Есептеу барысында құбырға жол бойы қосымша мұнай айдау мен шығаруды, қосымша құбырлар мен тармақтарды, құбырлардың ақауларын, қысым реттегіштерін, депрессорлық және анти-турбуленттік қоспаларды енгізуді ескеруге болады.

Бағдарламада келесі функционалдық мүмкіндіктер бар: сорғының қосылуының оңтайлы варианттарын іріктеу арқылы, сонымен қатар ауыспалы жиілікті жетектерді қолданумен энергия үнемдеу режимдерін анықтау; «ыстық» айдау кезінде мұнай қоспаларының оңтайлы қыздыру температурасын анықтау; қауіпсіз айдау жағдайларын ескере отырып, құбырдың максималды өнімділігін болжау; энергияны ең аз тұтынатын ауыспалы режимді қолдана отырып ай сайынғы айдау көлеміне арналған оңтайлы режимді анықтау; SCADA жүйесінің тарихи мәліметтеріне сәйкес сорғы жабдықтарының нақты параметрлерін бейімдеу; мұнай құбырларының учаскелеріндегі топырақтың жылу өткізгіштік қабілетіне байланысты құбырлардың гидравликалық сипаттамаларын және жылу беру коэффициентін бейімдеу.

SCADA және АСКУЭ жүйесінің тарихи мәліметтерін өңдеу нәтижесінде мұнай айдаудың технологиялық режимдері бойынша өндірістік деректерге талдау жасалды; сорғы агрегаттарының сипаттамалары олардың жұмыс ресурстарына қарай бейімделді; құбыр учаскелерінің гидравликалық сипаттамалары бейімделді, магистральды мұнай құбырларының учаскелеріндегі мұнай мен топырақ арасындағы жылу беру коэффициенті және жылыту пештерінің сипаттамалары бейімделді.

SmartTran бағдарламасының модульдерін пайдалана отырып «ҚазТрансОйл» АҚ «Қаражамбас - Ақтау», «Ақтау - Жетібай», «Қасымов – Үлкен Шаған» и «Жұмағалиев - Атасу» атты мұнай құбырларының учаскелеріне жылу гидравликалық есептеулер жүргізілді. Есептеу нәтижелері SCADA және АСКУЭ жүйелерінің мұнайдың гидравликалық ауытқуы, қысымы, температурасы, топырақ температурасы, сорғы қондырғыларының энергияны тұтынуы бойынша нақты мәліметтерімен салыстырылды.

Есептеу нәтижелері мен нақты деректердің бір-бірімен сәйкестігі SmartTran бағдарламалық жасақтамасының «ҚазТрансОйл» АҚ магистральдық мұнай құбырларымен мұнай және мұнай қоспаларын тасымалдаудың технологиялық режимдерін есептеуді автоматтандыру, жоспарлау және оңтайландыру мақсатында қолдануға жарамды екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: бағдарламалық жасақтама, интеграция, магистральды мұнай құбыры, мұнай тасымалдау, модельдеу, оңтайландыру.

И. К. Бейсембетов¹, Т. Т. Бекибаев¹, У. К. Жапбасбаев¹, Г. И. Рамазанова¹, М. Панфилов²

¹Satbayev University, Алматы, Казахстан;

²Университет Лотарингии, Нанси, Франция

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ SMARTTRAN ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТИ АО «КАЗТРАНСОЙЛ»

Аннотация. В результате интеграции программного обеспечения SmartTran с информационными системами SCADA и АСКУЭ АО «КазТрансОйл» разработана цифровая технология для мониторинга, управления и оптимизации технологических режимов перекачки нефти и нефтяных смесей на участках магистральных нефтепроводов.

Программное обеспечение «SmartTran» имеет базу данных по характеристикам участков нефтепроводов, насосным агрегатам, печам подогрева, параметрам грунтов и нефтяным смесям АО «КазТрансОйл».

Программа позволяет проектировать и моделировать новые участки нефтепроводов различной конфигурации, дополнять и обновлять базу данных параметрами насосного оборудования, печей подогрева и реологическими свойствами нефти и нефтяных смесей.

Программное обеспечение SmartTran позволяет проводить тепло-гидравлические расчеты стационарных и нестационарных режимов перекачки высоковязких и высокозастывающих нефтесмесей с учетом попутных подкачек и откачек, лупингов и ответвлений, дефектов трубы, регулятора давления и ввода депрессорных и противотурбулентных присадок.

Программа имеет следующие функциональные возможности: определение энергосберегающих режимов с подбором оптимальных вариантов соединения насосов, а также с использованием частотно-регулируемых приводов; определение оптимальной температуры подогрева нефтесмесей при «горячей» перекачке; прогнозирование максимальной производительности нефтепровода с учетом условий безопасной перекачки; определение оптимальных режимов перекачки при заданном месячном объеме перекачки с использованием переменного режима с наименьшим удельным энергопотреблением; адаптация фактических параметров насосного оборудования по историческим данным системы SCADA; адаптация гидравлических характеристик труб и коэффициента теплопередачи в зависимости от теплопроводности грунта на участках нефтепроводов.

В результате обработки исторических данных SCADA и АСКУЭ проведены анализ производственных данных по технологическим режимам перекачки; адаптация характеристик насосных агрегатов в зависимости от ресурса их работы; адаптация гидравлических характеристик участков трубопроводов, адаптация коэффициента теплопередачи между нефтью и грунтом на участках магистральных нефтепроводов, адаптация характеристик печей подогрева.

С использованием модулей программного обеспечения SmartTran были проведены тепло-гидравлические расчеты на некоторых участках нефтепроводов АО «КазТрансОйл»: «Каражанбас - Актау», «Актау - Жетыбай», «Касьмова – Большой Чаган» и «Джумагалиева - Атасу». Результаты расчетов для каждого участка нефтепроводов были сопоставлены с фактическими данными SCADA и АСКУЭ по распределению гидравлического уклона, давления, температуры нефти и грунта, потребляемой мощности насосного оборудования.

Согласие расчетных и фактических данных показывает применимость разработанной цифровой технологии для автоматизации тепло-гидравлических расчетов, планирования и оптимизации технологических режимов транспортировки нефти и нефтесмесей по магистральным нефтепроводам АО «КазТрансОйл».

Ключевые слова: программное обеспечение, интеграция, магистральный нефтепровод, транспортировка нефти, моделирование, оптимизация.

Information about the authors:

Beisembetov Iskander Kalybekovich, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, Rector, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Dr. Econ. Sci.; mihar1999@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0958-639X>

Bekibayev Timur Talgatovich, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, Head of Section, Master of Engineering and Technology; timur_bekibaev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7030-0015>

Zhabbasbayev Uzak Kaibekovich, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, Head of Research Laboratory, Dr. Tech. Sci., Prof.; uzak.zh@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5973-5149>

Ramazanova Gaukhar Izbasarovna, Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, Senior Researcher, Cand. Phys. and Math. Sci.; gaukhar.ri@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8689-9293>

Panfilov Mikhail, Institute of Mathematics Elie Cartan, University of Lorraine, Nancy, France, Dr. Sci., Member of National Scientific Committee of France; michel.panfilov@univ-lorraine.fr; <https://orcid.org/0000-0002-0691-911X>

REFERENCES

[1] Wojcik W., Alimzhanova Zh.M., Velyamov T.T., Akhmetova A.M. (2019) About one model of pumping oil mixture of different viscosities through a single pipeline in an unsteady thermal field, *News of the National academy of sciences of the Republic of the Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 5 (437): 207-214. DOI: 10.32014/2019.2518-170X.144 (in Eng.).

[2] Gumerov A.G., Shutov A.A., Shtukaturov K.Yu. (2004) The software package NIPAL: simulation of operating conditions for non-isothermal pipeline transporting rheologically problematic crudes, *Oil Industry [Neftyanoe Khozyaystvo]* 6: 106-109 (in Russ.).

[3] Yesaulov A.O., Teksheva I.V. (2010) Modeling of pipeline management systems, *Oil Pipeline transportation [Truboprovodnyy transport nefiti]* 8: 63-65 (in Russ.).

[4] Bogdanov R.M. (2014) Software system for modeling the work of oil pipelines, *Oil and gas business: electronic scientific journal [Neftegazovoye delo]* 1, <http://www.ogbus.ru> (in Russ.).

- [5] Tmur A.B. (2014) Methods of identification of the technological process of oil pipeline transportation: The dissertation of Cand. of Tech. Sciences: 05.13.06. M. 115 p. (in Russ.).
- [6] Gafarov R.R. (2009) Automated system for determining the optimal mode of operation of the main oil pipeline section: The dissertation of Cand. of Tech. Sciences: 05.13.06. Ufa. 137 p. (in Russ.).
- [7] Clarke S.L. (2002) Centralized control improves operating efficiency, *Oil & Gas Journal*, 100.7: 50-55 (in Eng.).
- [8] Emara-Shabaik H.E., Khulief Y.A., Hussaini I. (2004) Simulation of transient flow in pipelines for computer-based operations monitoring, *Int. J. Num. Meth. Fluids*, 44: 257–275. DOI: 10.1002/fld.636 (in Eng.).
- [9] Kawashima K., Shintaro I., Tatsuya F., Kagawa T. (2006) Monitoring of unsteady flow in a pipeline with integrating measurement and simulation, *Systems Modeling and Simulation*, 42: 837-843. DOI: 10.1007/978-4-431-49022-7_7 (in Eng.).
- [10] Matko D., Geiger G., Gregoritz W. (2000) Pipeline simulation techniques, *Mathematics and Computers in Simulation*, 52: 211-230 DOI: 10.1016/S0378-4754(00)00152-X (in Eng.).
- [11] Feizlmayer A.H., Weil F. (2000) Economic analysis of crude oil pipelines, *Oil & Gas J.*, 98.47: 70-77 (in Eng.).
- [12] Fedorov P.V. (2011) Improving the methods of technological regimes and monitoring the process of oil pipelines transportation: Abstract of thesis of Cand. Tech. Sciences: 25.00.19. Ukhta. 25 p. (in Russ.).
- [13] Kutukov S.E. (2002) Information and analytical systems of main pipelines. SIP RIA, Moscow. 324 p. ISBN: 5-89354-150-2 (in Russ.).
- [14] Dai Zh. (2019) Analysis on influencing factors of buried hot oil pipeline, *Case Studies in Thermal Engineering*, 16, 100558. DOI: 10.1016/j.csite.2019.100558
- [15] Silva A.C., Fernandes J.F.R., Ohishi T. et al. (1999) Intelligent Control of Oil Transportation in a Pipeline Network by Genetic Algorithm and Simplex Method, *Proceedings of XV COBEM*. P. 20-25 (in Eng.).
- [16] Herran A., de la Cruz J.M., de Andres B. (2010) A mathematical model for planning transportation of multiple petroleum products in a multi-pipeline system, *Computers and Chemical Engineering*, 34: 401–413. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2009.11.014 (in Eng.).
- [17] Zhang Y., Wang B., Huang X. (2020) Online Optimization of Heated-Oil Pipeline Operation Based on Neural Network System Identification, *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 11 (1). DOI: 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000421 (in Eng.).
- [18] Tumansky A.P. (2005) Optimization of pumping modes through main pipelines with pumping stations equipped with a frequency-controlled drive, *Transport and storage of oil products* [Transport i khraneniye nefteproduktov] 8: 11-14 (in Russ.).
- [19] Zhabbasbayev U.K., Makhmotov E.S., Bekibayev T.T., Ramazanova G.I. (2018) Calculations of energy-saving modes for oil mixtures batching in trunk pipeline section, *Nauka i tehnologii truboprovodnogo transporta nefii i nefteproduktov-science & Technologies-oil and oil products pipeline transportation*, 8: 326-336. DOI: 10.28999/2541-9595-2018-8-3-326-336 (in Eng.).
- [20] Wang Y., Liu Y., Zhao J., Wei L.X. (2013) Energy Consumption Analysis and Comprehensive Optimization in Oil Pipeline System, *Advanced Materials Research*, 648: 251-254. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.648.251 (in Eng.).
- [21] Liu E.B., Li C.J., Yang L.T., Liu S., Wu M.C., Wang D. (2015) Research on the optimal energy consumption of oil pipeline, *Journal of Environmental Biology*, 36: 703-711 (in Eng.).

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

Редакторы *Д. С. Аленов, М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка *Д. А. Абрахимовой*

Подписано в печать 13.04.2020.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13 п.л. Тираж 300. Заказ 2.