

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының
Ғылым Академиясының
Әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университеті

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

1 (345)

JANUARY – MARCH 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы (ғалым хатшы), Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, Сәтбаев университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физ-мат), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

СМОЛАРЖ Анджей, Люблин политехникалық университетінің электроника факультетінің доценті (Люблин, Польша), **Н=17**

ӘМІРҒАЛИЕВ Еділхан Несіпханұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Жасанды интеллект және робототехника зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КИЛАН Әлімхан, техника ғылымдарының докторы, профессор (ғылым докторы (Жапония), ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=4**

ОТМАН Мохаммед, PhD, Информатика, коммуникациялық технологиялар және желілер кафедрасының профессоры, Путра университеті (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебұланқызы, техника ғылымдарының докторы, доцент, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Информатика және басқару мәселелері институты директорының орынбасары, Ақпараттық қауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Қазақстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нұрсұлтан Алдажарқызы, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының киберқауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина Ұлттық Ғылым академиясының академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Ұлттық Ғылым академиясының академигі (Минск, Беларусь), **Н=2**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика-математикалық сериясы*.

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБҚ ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 218 бөл., тел.: 272-64-39*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимжаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, (ученый секретарь), доктор философии (PhD) по специальности «Информационные системы», заместитель директора по науке РГП «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Саптаева (Алматы, Казахстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **Н=23**

СМОЛАРЖ Анджей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), **Н=17**

АМИРГАЛИЕВ Едилхан Несипханович, доктор технических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий лабораторией «Искусственного интеллекта и робототехники» (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КЕЙЛАН Алимхан, доктор технических наук, профессор (Doctor of science (Japan)), главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=4**

ОТМАН Мохамед, доктор философии, профессор компьютерных наук, Департамент коммуникационных технологий и сетей, Университет Путра Малайзия (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебулановна, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем информатики и управления, заведующий лабораторией информационной безопасности (Казахстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=5**

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь), **Н=2**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

«Известия НАН РК. Серия информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика-математическая.*

В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 218, тел.: 272-64-39*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Chief Editor:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, acting General Director of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan), **H = 7**

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich, (Academic Secretary, PhD in Information Systems, Deputy Director for Science of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H = 5**

BAIGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

WOJCIK Waldemar, Doctor of Technical Sciences (Phys.-Math.), Professor of the Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

SMOLARJ Andrej, Associate Professor Faculty of Electronics, Lublin polytechnic university (Lublin, Poland), **H= 17**

AMIRGALIEV Edilkhan Nesipkhanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Head of the Laboratory of Artificial Intelligence and Robotics (Almaty, Kazakhstan), **H= 12**

KEILAN Alimkhan, Doctor of Technical Sciences, Professor (Doctor of science (Japan)), chief researcher of Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 6**

KHAIROVA Nina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 4**

OTMAN Mohamed, PhD, Professor of Computer Science Department of Communication Technology and Networks, Putra University Malaysia (Selangor, Malaysia), **H= 23**

NYSANBAYEVA Saule Yerkebulanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 3**

BIYASHEV Rustam Gakashevich, doctor of technical sciences, professor, Deputy Director of the Institute for Informatics and Management Problems, Head of the Information Security Laboratory (Kazakhstan), **H= 3**

KAPALOVA Nursulu Aldazarovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory cybersecurity, Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

KOVALYOV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), **H=5**

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus), **H=2**

TIGHINEANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *series physical-mathematical series.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 218, Almaty, 050010, tel. 272-64-39*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X

Volume 1, Number 345 (2023), 5-21

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.165>

UDK 50.47.29

© **J.K. Abdugulova** , **G.A. Uskenbayeva** , **M.N. Tlegen** *,
A.K. Shukirova , 2023

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: meruert-0202@mail.ru

AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF HEATING OIL PIPELINE EQUIPMENT

Abdugulova Zh.K. — PhD. L.N. Gumilyov Eurasian National University. Department of Information technology. 010000. Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: janat_6767@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7462-4623;

Uskenbayeva G.A. — PhD. L.N. Gumilyov Eurasian National University. Department of System analysis and control. 010000. Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz. ORCID: 0000-0001-6904-8000;

Tlegen M.N. — lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University. Department of Information technology. 010000. Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: meruert-0202@mail.ru. ORCID:0000-0001-8234-8905;

Shukirova A.K. — PhD, L.N. Gumilyov Eurasian National University. Department of System analysis and control. 010000. Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: aliya.shukirova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3032-4722.

Abstract. The article describes the theoretical and practical aspects of the country's energy complex. Calculations that allow obtaining information about the state of the modern oil transport process are considered. The main problems that arise when heating oil are identified. Under the influence of different temperature regimes, the characteristics of the energy fuel are determined. Objective indicators reflecting problem areas in the heating system of the object under consideration are calculated, a description of the proposed design of an induction oil heating unit is given. Oil heating is carried out due to convective heat exchange, taking into account technological restrictions on the maximum permissible temperature of the heater walls, which is maintained using a specialized automatic control system. The results of the study make it possible to develop an automated process control system for an induction indirect heating installation aimed at improving and optimizing the operating modes of the equipment. Further development and improvement of technological processes of oil refining is associated with the creation of high-power

installations equipped with modern equipment. Due to the increase in the cost of equipment maintenance, as well as the requirements for service personnel. The cost of oil transportation increases significantly under low temperature conditions. When the temperature drops, paraffin begins to crystallize from the oil, which leads to a change in the structure of the liquid phase of the oil. In this regard, the introduction and operation of induction units of indirect oil heating, which will increase the economic efficiency, reliability of transportation systems and improve the environmental situation, is in demand. Oil heating is carried out by convective heat exchange, taking into account technological restrictions on the maximum allowable temperature of the walls of the heater, the maintenance of which can be carried out using a specialized automatic control system.

Keywords: main pipeline, oil, automation, induction plants, heating temperature, effective viscosity, heating, modeling, transportation cost

© **Ж.К. Абдугулова, Г.А. Ускенбаева, М.Н. Тлеген*, А.К. Шукирова, 2023**

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: meruert-0202@mail.ru

ҚҰБЫР ЖАБДЫҒЫНДА МАЙДЫ ҚЫЗДЫРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ

Абдугулова Ж.К. — техника ғылымдарының кандидаты. Ақпараттық технологиялар факультеті. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ. 010000. Астана, Қазақстан.

E-mail: janat_6767@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7462-4623;

Ускенбаева Г.А. — техника ғылымдарының кандидаты. Ақпараттық технологиялар факультеті. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ. 010000. Астана, Қазақстан.

E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz. ORCID: 0000-0001-6904-8000;

Тлеген М.Н. — оқытушы. Еуразия ұлттық университеті. Ақпараттық технологиялар факультеті. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ. 010000. Астана, Қазақстан.

E-mail: meruert-0202@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8234-8905;

Шукирова А.К. — техника ғылымдарының кандидаты. Ақпараттық технологиялар факультеті. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ. 010000. Астана, Қазақстан.

E-mail: aliya.shukirova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3032-4722.

Аннотация. Мақалада еліміздің энергетикалық кешенінің теориялық және практикалық аспектілері көрсетілген. Қазіргі заманғы мұнай тасымалдау процесінің жай-күйі туралы ақпарат алуға мүмкіндік беретін есептеулер қарастырылған. Мұнайды жылыту кезінде туындайтын негізгі проблемалар анықталған. Әр түрлі температуралық режимдердің әсерінен энергетикалық отынның ерекшеліктері анықталады. Объективті көрсеткіштер есептеледі, олар қарастырылып отырған объектіні жылыту жүйесіндегі проблемалық аймақтарды көрсетеді, индукциялық мұнай жылыту қондырғысының ұсынылған дизайнының сипаттамасы келтірілген. Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен

жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылады. Зерттеу нәтижелері жабдықтың жұмыс режимдерін жақсартуға және онтайландыруға бағытталған жанама қыздыру индукциялық қондырғысының технологиялық процесін басқарудың автоматтандырылған жүйесін жасауға мүмкіндік береді. Мұнай өңдеудің технологиялық процестерін одан әрі дамыту және жетілдіру қазіргі заманғы жабдықтармен жабдықталған жоғары қуатты қондырғыларды құрумен байланысты. Аппаратураға қызмет көрсету құнының, сондай-ақ қызмет көрсетуші персоналға қойылатын талаптардың өсуіне байланысты. Мұнай тасымалдау құны төмен температура жағдайында айтарлықтай артады. Температураның төмендеуімен парафин мұнайдан кристалдануды бастайды, бұл мұнайдың сұйық фазасының құрылымының өзгеруіне әкеледі. Осыған байланысты экономикалық тиімділікті, тасымалдау жүйелері жұмысының сенімділігін және экологиялық жағдайды жақсартуды арттыруға мүмкіндік беретін мұнайды жанама жылытудың индукциялық қондырғыларын енгізу және пайдалану сұранысқа ие болып отыр. Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін.

Түйін сөздер: магистральдық құбыр, мұнай, автоматтандыру, индукциялық қондырғылар, қыздыру температурасы, тиімді тұтқырлық, қыздыру, модельдеу, тасымалдау құны

© **Ж.К. Абдуғулова , Г.А. Ускенбаева , М.Н. Тлеген***,
А.К. Шукирова, 2023

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.
E-mail: meruert-0202@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДОГРЕВА НЕФТИ НА ТРУБОПРОВОДНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Абдуғулова Ж.К. — кандидат технических наук, факультет Информационных технологий. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 010000. Астана, Казахстан.

E-mail: janat_6767@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7462-4623;

Ускенбаева Г.А. — кандидат технических наук, факультет Информационных технологий. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 010000. Астана, Казахстан.

E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz. ORCID: 0000-0001-6904-8000;

Тлеген М.Н. — преподаватель, факультет Информационных технологий. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 010000. Астана, Казахстан.

E-mail: meruert-0202@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8234-8905;

Шукирова А.К. — кандидат технических наук, факультет Информационных технологий. ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 010000. Астана, Казахстан.

E-mail: aliya.shukirova@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3032-4722.

Аннотация. В статье изложены теоретические и практические аспекты энергетического комплекса страны. Рассмотрены расчеты, позволяющие получить информацию о состоянии современного нефте-транспортного процесса. Выявлены основные проблемы, возникающие при нагревании нефти. Под влиянием различных температурных режимов определяются особенности энергетического топлива. Рассчитаны объективные показатели, отражающие проблемные зоны в системе отопления рассматриваемого объекта, приведено описание предлагаемой конструкции индукционного масляного нагревательного агрегата. Подогрев нефти осуществляется за счет конвективного теплообмена с учетом технологических ограничений на предельно допустимую температуру стенок нагревателя, поддержание которой осуществляется с помощью специализированной системы автоматического управления. Результаты исследования позволяют разработать автоматизированную систему управления технологическим процессом индукционной установки косвенного нагрева, направленную на улучшение и оптимизацию режимов работы оборудования. Дальнейшее развитие и совершенствование технологических процессов нефтепереработки связано с созданием установок высокой мощности, оснащенных современным оборудованием, в связи с ростом стоимости обслуживания аппаратуры, а также требований к обслуживающему персоналу. Стоимость транспортировки нефти значительно возрастает в условиях низких температур. С понижением температуры парафин начинает кристаллизоваться из нефти, что приводит к изменению структуры жидкой фазы нефти. В связи с этим востребованы внедрение и эксплуатация индукционных установок косвенного нагрева нефти, позволяющих повысить экономическую эффективность, надежность работы транспортных систем и улучшение экологической обстановки. Нагрев нефти осуществляется за счет конвективного теплообмена с учетом технологических ограничений на предельно допустимую температуру стенок нагревателя, поддержание которой может осуществляться с помощью специализированной системы автоматического управления.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, нефть, автоматизация, индукционные установки, температура нагрева, эффективная вязкость, нагрев, моделирование, стоимость транспортировки

Кіріспе

Мұнай өнеркәсібі отын-энергетика кешенінің маңызды құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Тиімділік энергиясы проблемаларын шешу Қазақстандағы мұнай-газ секторының, атап айтқанда құбыржол көлігінің аса маңызды міндеттерінің бірі. Құбыр арқылы тасымалдаудың энергия үнемдеуі негізінен мұнайды тасымалдау мен жылытуға жұмсалатын энергия шығындарымен байланысты. Тұтынылатын электр энергиясының шамамен 70%-ы сорғы агрегаттарының жұмысына жұмсалады, ал мұнайды

«ыстық» мұнай құбыры арқылы тасымалдау жағдайында мұнайды жылыту пешінің жұмысына байланысты шығындар 85%-ға артады. Мұнай өнеркәсібі отын-энергетика кешенінің маңызды құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Қазақстанның энергетикалық стратегиясы ішкі тұтыну үшін мұнай өндіруді одан әрі ұлғайтуды, отын мен энергияны үнемдеу жөніндегі ұйымдастырушылық және технологиялық шараларды қарқынды іске асыруды көздейді.

Қазіргі уақытта қазақстандық мұнайдың негізгі көлемі Батыста, яғни мұнай мен мұнай өнімдерін негізгі тұтынушылардан алыста өндіріледі. Мұнай өнеркәсібінің бәсекеге қабілеттілігі көбінесе мұнайды өндіру және оны қайта өңдеу өнімдерін сатып алушыға жеткізудің тиімділігіне байланысты. Мұнай тасымалдау құны төмен температура жағдайында айтарлықтай артады. Температураның төмендеуімен мұнайдан парафинның кристалдануы басталады, бұл мұнайдың сұйық фазасының құрылымының өзгеруіне әкеледі. Мұнайды жылыту құбырлардың парафинизациялануын болдырмайды, цистерналар мен танкерлерден түсіру кезінде мұнай шығынын, сондай-ақ мұнайды құбырлар арқылы айдаумен байланысты энергия шығынын азайтады.

Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Осылайша, жылытқыштың жылу алмасу процестерінің математикалық модельдерін құру мәселелері өзекті болып табылады, оларды тек жылытқыш қабырғасының температуралық өрістерінің кеңістікте таралуын және мұнай ағынын ескере отырып салуға болады.

Мұнай өндеудің технологиялық процестерін одан әрі дамыту және жетілдіру қазіргі заманғы жабдықтармен жабдықталған жоғары қуатты қондырғыларды құрумен байланысты. Аппаратураға қызмет көрсету құнының, сондай-ақ қызмет көрсетуші персоналға қойылатын талаптардың өсуіне байланысты.

Мұнай тасымалдау құны төмен температура жағдайында айтарлықтай артады. Температураның төмендеуімен парафин мұнайдан кристалдануды бастайды, бұл мұнайдың сұйық фазасының құрылымының өзгеруіне әкеледі. Осыған байланысты экономикалық тиімділікті, тасымалдау жүйелері жұмысының сенімділігін және экологиялық жағдайды жақсартуды арттыруға мүмкіндік беретін мұнайды жанама жылытудың индукциялық қондырғыларын енгізу және пайдалану сұранысқа ие болып отыр. Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін.

Зерттеудің мақсаты

Модельдерді, зерттеу әдістерін, алгоритмдерді синтездеу және құбыр көлігі қондырғыларындағы мұнай ағынын жанама индукциялық қыздыру процесін автоматты басқару жүйелерін жасау бойынша ғылыми-техникалық мәселені шешу.

Осылайша, өзекті мәселелер жылытқыштың жылу алмасу процестерінің барабар математикалық модельдерін құру болып табылады, оларды жылытқыш қабырғасының кеңістіктік бөлінген температуралық өрістерін және мұнай ағынын ескере отырып салуға болады, сонымен қатар жанама қыздыру индукциялық қондырғыларының таратылған автоматты басқару жүйелерін синтездеу және талдау әдістемесін жасау мәселелері.

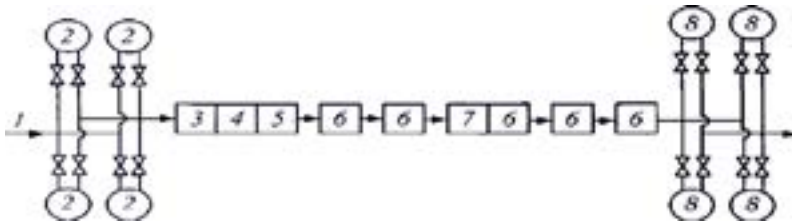
Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы:

– құбыр көлігі қондырғыларындағы мұнайды индукциялық қыздыру процесінің математикалық моделі жылытқыш қабырғасының температуралық өрістерінің өзара әсерін және мұнай ағынын ескере отырып өзгертіледі, бұл жоғары сапалы автоматты басқару жүйесін құру үшін оларды сипаттаудың қажетті дәлдігін қамтамасыз етеді.

Әдістер мен материалдар

Мұнайды 40–50°C температураға дейін алдын-ала жылыту, содан кейін салқындату бастапқы мұнаймен салыстырғанда мұнайдың реологиялық қасиеттерін күрт төмендетеді. Бірақ қыздыру температурасын 50°C-тан жоғары көтерген жөн, өйткені реологиялық қасиеттер, керісінше, жақсарады: тиімді тұтқырлық, қату температурасы, кірістілік шегі және т.б. төмендейді. қыздыру температурасынан басқа, салқындату жылдамдығы мен мұнайдың соңғы температурасы термиялық өңдеу нәтижелеріне үлкен әсер етеді. Технологиялық талаптарға сәйкес мұнай ағынының температурасы 90°C-тан аспауы керек.

Жылыту тұтқырлығы жоғары мұнайды құбырлар арқылы тасымалдауға дайындау циклінің қажетті құрамдас бөлігі болып табылады. Сонымен қатар, мұнайды жылыту режимі және жылыту қондырғыларының сипаттамалары бүкіл кешеннің тиімді жұмыс істеуіне айтарлықтай әсер етеді. 1-суретте “ыстық” магистральдық құбырдың (мұнай құбырының) қағидаттық схемасы көрсетілген. Мұнай кен орнынан құбыр арқылы 2 бас айдау станциясының резервуарлық паркіне беріледі, онда жылыту құрылғыларымен жабдықталған резервуарларда мұнай температурасы сақталады. Резервуарлардан мұнай 3 тіреуіш сорғылармен алынады, 4 бу немесе от жылытқыштары арқылы сорылады, содан кейін 5 негізгі сорғылардың көмегімен магистральға сорылады (Гайдук, 2019).



Сур. 1. “Ыстық” магистральдық мұнай құбырының технологиялық схемасы
(Fig. 1. Technological scheme of the” hot “ main oil pipeline)

Мұнай қозғалған сайын салқындатылатындықтан (үйкеліс шығындарының артуына әкелетін), ол әр 25–100 км сайын құбырдың ұзындығы бойымен орналасқан 6 аралық жылу станцияларында жылытылады. Ұзақ қашықтықта жылу станциялары 7 аралық айдау станцияларымен біріктіріледі. Жылу станцияларынан кейін мұнай құбырының 8 соңғы пунктiнiң резервуарларына түседі.

Көптеген технологиялық қондырғыларда мұнай мен мұнай өнімдерін жылыту құбырлы пештерде (отты жылытқыштар) жүзеге асырылады, онда жағылатын жанармайдың жылуы құбыр катушкасы арқылы сорылатын суға немесе будың сұйық консистенциясына беріледі. Құбырлы пештермен қатар жылу алмасу аппараттары (ТА) пайдаланылады (Гусева, 2011), онда мұнай өнімін қыздыру мұнай өнімдерінің жоғары температуралық ағындарын немесе арнайы жылу тасымалдағыштарды (су буы, даутерм буы, май және т.б.) пайдалану есебінен жүзеге асырылады.

Тасымалдау кезінде мұнайды қыздырудың қолданылатын әдістері бірқатар кемшіліктерге ие:

а) құбырлы пештердегі шығатын түтін газының температурасы салыстырмалы түрде жоғары болуы мүмкін, бұл жылудың жоғарылауына, пештің тиімділігінің төмендеуіне және отынның көп тұтынылуына әкеледі.

б) отты пештер қоршаған ортаның ластануына әкелетін көмірқышқыл газы мен адам денсаулығына зиянды шығарындылардың көзі болып табылады.

в) жылу алмасу аппараттарының кемшіліктері: көлемділігі, металдың үлкен шығыны, жылу алмасу аппараттарының бөліктерін тазалау және жөндеу күрделілігі, төмен пәк, жоғары жылдамдықтағы жылу тасымалдағыштарды өткізу қиындығы (ТҚ қаптама-құбырлы ТҚ), жүйенің жоғары инерциялығы, бұл процесті тез тоқтату қажет болған жағдайда оны пайдалануды болдырмайды.

г) жылу алмасу аппаратурасын пайдалану ерекшелігі (бу және от жылытқыштар) жоғары білікті қызмет көрсетуші персоналдың тұрақты бақылауы мен реттеуін талап етеді.

Осыған сүйене отырып, экономикалық тиімділікті, жүйелердің сенімділігін арттыру және экологиялық жағдайды жақсарту индукциялық жылытуы бар жылу алмастырғыштарды қолдануға мүмкіндік береді, олар бірқатар

артықшылықтарға ие: әмбебаптылық, инерциясыздық, жоғары жылу беру және біркелкі жылу жүктемесі. тікелей құрылғы қабырғасында жылу пайда болады, тиімділігі жоғары.

Шешудің аналитикалық әдістері

Жылу өткізгіштік теңдеуін шешудің аналитикалық әдістері мәселенің толық математикалық тұжырымын қолдана отырып, оның аналитикалық шешімін табатындығында.

Әдебиетте әр түрлі өлшемділік есебі жағдайында жылу өткізгіштік теңдеуін шешудің әртүрлі әдістері қарастырылады: айнымалыларды бөлу әдісі (Фурье әдісі), көздер әдісі, операциялық әдіс, ақырлы интегралдық түрлендіру әдісі.

Фурье әдісінің негізгі идеясы-жартылай туынды теңдеу үшін есепті шешу тәуелсіз айнымалылардың аз саны бар теңдеулер үшін көмекші есептерді шешуге дейін азаяды. Осылайша, теңдеуді жартылай туындылармен шешу қарапайым дифференциалдық теңдеулерді шешуге дейін азаяды.

Қайнар көзі әдісі жергілікті жылу шығарумен байланысты дәнекерлеу кезінде металды жылыту және салқындату мәселелерін шешуге ыңғайлы. Көздер әдісінің физикалық мәні жылу өткізгіштікпен денеде жылудың таралуының кез-келген процесін кеңістікте де, уақытта да таратылатын көптеген қарапайым жылу көздерінен температураны теңестіру процестерінің жиынтығы ретінде ұсынуға болатындығында. Осы әдіс бойынша жылу өткізгіштік мәселелерін шешу негізінен көздерді дұрыс таңдауға және оларды таратуға дейін азаяды.

Интегралдық түрлендіру әдісі-берілген Шекті немесе бастапқы жағдайларда сызықтық дифференциалдық теңдеулерді шешу әдістерінің жиынтығы (шексіз және шексіз шектермен интегралдық түрлендіру), осы теңдеуден қажетті функцияны интегралдық түрлендіру үшін теңдеуге ауысудан тұрады. Соңғы теңдеу қарапайым болуы мүмкін. Интеграцияның соңғы шегі жағдайында бұл әдіс ақырлы интегралдық түрлендіру әдісі деп аталады.

Снеддон Фурье мен Ханкельдің интегралдық түрлендірулері шығарылатын айнымалылардың соңғы аймағына таралған. Гринберг Г.А., Кошляков Н.С. ұсынған идеяны әзірледі және сызықты емес шекаралық жағдайлары бар сызықтық дифференциалдық теңдеулерді шешу үшін жылжымалы шекаралармен жылу өткізгіштік (диффузия) есептерін шешудің осы әдісін жинақтады.

Грин функциясының әдісі, дереккөз әдісі-Грин функциясын қолдана отырып, жартылай туындылардағы дифференциалдық теңдеулердің шешімін табу әдісі. Сызықтық дифференциалдық теңдеу үшін шекаралық есептің Жасыл функциясы біртекті шекаралық шарттарға сәйкес келетін теңдеудің іргелі шешімі болып табылады. Бастапқы және шекаралық жағдайлар қарапайым көздер жүйесімен ауыстырылады және әрбір қарапайым көз үшін мәселе шешіледі. Бастапқы мәселенің толық шешімі қарапайым көздер үшін шешімдерді жинақтау нәтижесінде алынады.

Аталған аналитикалық әдістер бірқатар жеңілдетілген мәселелердің шешімін табуға мүмкіндік береді: тұрақты коэффициенттер, шекаралардың канондық формалары және т.б. Карслоу Г. және Джегер Д., Карташова Э.М., Кошлякова Н.С., Лыкова А.В. және т.б. монографияларында көптеген “типтік” тапсырмалар үшін шешімдер жиынтығы берілген. Қазіргі уақытта жылу өткізгіштіктің бір өлшемді есептерінің өте көп саны аналитикалық жолмен шешілді.

Таратылған басқару конфигурациясына шектеулер болған кезде объектінің модальды көрінісін зерттеу керек.

Модальды басқару жүйелерінің синтезі, әдетте, әр реттелетін режимді тәуелсіз басқару мүмкіндігі бар деген болжам негізінде жүзеге асырылады. Сонымен қатар, осы жұмыста қарастырылған Технологиялық қондырғы еркін конфигурацияның таратылған басқару әсерін қалыптастыруға мүмкіндік бермейді. Осылайша, кеңістіктік басқару конфигурациясының шектеулері бар объектінің басқарылатын режимдерінің байланыс өлшемін бағалау қажет.

Құбыр көлігі үшін көп секциялы жылытқыштың дизайнын таңдау міндеті — индукторлардың ұзындығын, секцияларының санын анықтау. Оңтайлы дизайнды таңдағаннан кейін технологиялық жылытуды орнатудың температуралық режимін автоматты басқару жүйесін синтездеу мәселесі шешіледі.

Басқару объектісі әзірленген қабырға мен ағын арасындағы жылу алмасу процесінің сандық-аналитикалық моделі болып табылады, ол жылытқыш қабырғасы мен ағынның температуралық таралуының өзара әсерін ескереді. Қабырға мен ағынның температуралық үлестірімін жуықтау коэффициенттерін есептеу жылытқыштың ұзындығы бойынша біркелкі бөлінген 13 нүктедегі температураны өлшеу арқылы жүзеге асырылады (mnk, MNK 1 блоктары). Бұл нүктелер нақты қондырғыдағы температураны бақылау технологиясымен ешқандай байланысы жоқ және диссертацияда қолданылатын таратылған параметрлері бар жүйелерді сандық-аналитикалық модельдеу тәсіліне сәйкес жылытқыш моделін құру үшін қолданылады.

Басқару жүйесі жылытқыштың ұзындығы бойынша жеті нүктеде қабырғаның температуралық таралуын бақылайды (температура датчиктері секциялық аралықтардың ортасында, сондай-ақ жылытқыштың басында және соңында орналасқан). Модельдеу кезінде есептеулерді ұйымдастырудың ыңғайлылығы үшін сандық аналитикалық модельдегі температураны өлшеудің 13 нүктесінің жетеуінің координаттары нақты қондырғыдағы температура сенсорларының орналасу нүктелеріне сәйкес келеді. Бұдан әрі модальды анализатор блогында (МА) жеті өлшем бойынша басқару жүзеге асырылатын қателердің алты уақытша режимі қалпына келтіріледі.

Бұл жұмыста модальды басқару жүйесін зерттеу кезінде құбыр қабырғасының қажетті температурасы 120°C деңгейінде белгіленді, сондықтан мұнай ағынының температурасы 90°C-тан аспайды, бұл жоғары тұтқыр мұнай айдау технологиясына байланысты. Қабырға мен ағын үшін

сандық аналитикалық модельдерде болат пен мұнайдың термофизикалық параметрлері қолданылды. Қыздыру қондырғысының ұзындығы $l_1 = 6,36$ м; бір секцияның ұзындығы $L = 1$ м.

Модальды басқару жүйесін зерттеу барысында ағынның кіріс температурасы $g(p)$ 20-дан 30°C-ка дейін күрт өзгерді.

Q басқару әрекеті векторының компоненттерінің өзгеру графигі суретте көрсетілген.

Наразылық 100 секунд уақыт аралығында қолданылады, наразылық келтірілгенге дейін объект тұрақты күйде болады. Қисықтардың реттік нөмірлері құбыр бетіндегі индукциялық жылытқыштардың санына сәйкес келеді.

Технологиялық қондырғының жоғары тиімділігі жобалау және басқару мәселелерін қою және шешу кезінде жүйелік тәсілді қолданған кезде ғана мүмкін болады.

Мұнай тасымалдаудың технологиялық желісіне кіретін тиімді индукциялық жылыту қондырғысының энергиясын әзірлеу үшін сұйықтықты жанама Индукциялық қыздыру кезінде жылу процестерін математикалық модельдеу мәселесін шешу қажет. Модельдеу нәтижелері индукциялық жылытқыштың дизайнын жобалау және қондырғының жұмыс режимін автоматты басқару жүйесін енгізу кезінде қолданылады.

Жылытқыш пен сұйықтық қабырғасының температуралық өрістерінің әрекеті жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеулерімен сипатталады. Дифференциалдық теңдеу зерттелетін құбылысты сипаттайтын физикалық шамалар арасындағы математикалық тәуелділіктерді сипаттайды, бұл физикалық шамалар кеңістік пен уақыттың функциялары болып табылады. Мұндай теңдеу кез-келген уақытта дененің кез-келген нүктесінде физикалық құбылыстың ағымын сипаттайды.

$$\frac{\partial y}{\partial x} = a \nabla^2 T + \frac{q}{c\gamma}, \quad (1)$$

$$\text{мұндағы, } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

а-температура өткізгіштік коэффициенті;

q-ішкі жылу көздерінің меншікті қуаты.

Жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеуі (1) дене температурасының уақытша және кеңістіктік өзгерістері арасындағы байланысты орнатады; ол дененің ішіндегі жылу тасымалын математикалық түрде сипаттайды (Ельмуразаева, 2017) Кез-келген уақытта дененің ішіндегі температура өрісін табу үшін, яғни дифференциалдық теңдеуді шешу үшін дененің ішіндегі температураның бастапқы уақытта таралуын, дененің геометриялық пішінін және қоршаған орта мен дененің беті арасындағы өзара әрекеттесу Заңын білу керек. шекаралық жағдай.

Мұнайды жылыту жылытқыштың қабырғаларының рұқсат етілген шекті температурасына технологиялық шектеулерді ескере отырып, конвективті жылу алмасу есебінен жүзеге асырылады, оны ұстап тұру мамандандырылған автоматты басқару жүйесінің көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. Осылайша, жылытқыштың жылу алмасу процестерінің барабар математикалық модельдерін құру мәселелері өзекті болып табылады, оларды жылытқыштың қабырғалары мен мұнай ағынының температуралық өрістерінің кеңістіктік таралуын ескере отырып ғана салуға болады, сонымен қатар жанама қыздыру индукциялық қондырғыларының таратылған автоматты басқару жүйелерін синтездеу және талдау әдістемесін жасау мәселелері.

Өнеркәсіппен технологиядағы технологиялық қондырғылардың маңызды бөлігі-жылытқыштың қабырғасы мен мұнай ағыны арасындағы жылу алмасу процесін цилиндрлік координаттардағы екі өлшемді дифференциалдық теңдеулер жүйесі ұсынуы мүмкін:

$$\frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} = a_{cm} \cdot \left[\frac{\partial^2 T_{st}(x,r,t)}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{st}(x,r,t)}{\partial r^2} \right] + \frac{F(x,r,t)}{c_{cm} \cdot \gamma_{cm}}, \quad (2)$$

$$0 \leq x \leq L, R_1 \leq r \leq R_2, t > 0, a_{cm} \neq 0$$

$$\frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial t} = a_n \cdot \left[\frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial r} + \frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial r^2} \right] - v(r) \cdot \frac{\partial T_{fl}(x,r,t)}{\partial x}, \quad (3)$$

$$0 \leq x \leq L, R_0 \leq r \leq R_1, t > 0, a_n \neq 0$$

Бастапқы шарттар:

$$(x, r, 0) = T_{st0}(x, r); T_{fl}(x, r, 0) = T_{fl0}(x, r), \quad (4)$$

Шекті шарттар:

$$\left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=0} = 0; \left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=L} = 0; \quad (5)$$

мұндағы $T_{st}(x, r, t)$ — бұл жылытқыш қабырғасындағы температураның таралуы (ұзындығы мен радиусы бойынша), $С$; $F(x, r, t)$ — ішкі жылу бөлу қуаты (Индукциялық қыздыру), $Вт/м^3$, $T_{fl}(x, r, t)$ — сұйықтық ағынының температурасын бөлу (ұзындығы мен радиусы бойынша), $^{\circ}C$; $v(r)$ - радиус бойынша жылдамдықты бөлу функциясы, $м/с$; a — қабырға мен ағын арасындағы жылу беру коэффициенті (немесе ағын мен қабырға арасында), $Вт/(м^2 \cdot ^{\circ}C)$; $a_{cm} = \lambda_{cm} / (c_{cm} \cdot \gamma_{cm})$ — материалдың температуралық өткізгіштігі (болат), $м^2/с$, λ_{cm} - материалдың жылу өткізгіштігі (болат), $Вт/(м \cdot ^{\circ}C)$; c_{cm} - материалдың меншікті жылу сыйымдылығы (болат), $Дж/(кг \cdot ^{\circ}C)$; γ_{cm} — материалдың тығыздығы (болат), $кг/м^3$; $a_n = \lambda_n / (c_n \cdot \gamma_n)$ ағынның температуралық өткізгіштік коэффициенті (мұнай), $м/с$; k , λ_n - сұйықтықтың жылу өткізгіштігі (мұнай), $Вт/(м \cdot ^{\circ}C)$; c_n - сұйықтықтың меншікті жылу сыйымдылығы (мұнай), $Дж/(кг \cdot ^{\circ}C)$; γ_n — плотность жидкости (нефть), $кг/м^3$, L — жылу алмастырғыштың ұзындығы, $м$; R_0, R_1, R_2 — жылытқыштың параметрлері, $м$.

Болаттың жоғары жылу өткізгіштігінің арқасында жылу өткізгіштік

теңдеуінде (1) қабырғаның қалыңдығы бойынша температураның таралуын ескеруден бас тартуға болады. Тапсырма қоюды қабылданған оңайлатудың қолайлылығы сандық эксперименттердің нәтижелерімен расталады.

Қыздырғыштың жұмыс саңылауында ағынның жақсы араласуы жағдайында ағынның жылдамдығы (3) теңдеудегі радиус бойынша кез келген нүктеде бірдей қабылдануы мүмкін.

Мұнайдың сулылығы туралы температура коэффициенті $\frac{\partial^2 T_{fl}(x,r,t)}{\partial x^2}$ теңдеуі (4) ағынның жылдамдығынан алты есе аз, сондықтан оны елемеуге болады.

Сонда зерттеу мәселесін тұжырымдау келесідей болады:

$$\frac{\partial T_{st}(x,t)}{\partial t} = a_{cm} \cdot \frac{\partial^2 T_{st}(x,t)}{\partial x^2} + \frac{F(x,t)}{c_{cm} \cdot \gamma_{cm}} + \beta_{cm} \cdot (T_{fl}(x,t) - T_{cm}(x,t)) \quad (6)$$

$$\frac{\partial T_{fl}(x,t)}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial T_{fl}(x,t)}{\partial x} = \beta_{fl} \cdot (T_{fl}(x,t) - T_{cm}(x,t)) \quad (7)$$

Бастапқы шарттармен:

$$T_{st}(x, 0) = T_{st0}(x); T_{fl}(x, 0) = T_{fl0}(x), \quad (8)$$

және шекаралық шарттармен:

$$\left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=0} = g_1(t); \left. \frac{\partial T_{st}(x,r,t)}{\partial t} \right|_{x=L} = g_2(t); \quad (9)$$

$$T_{fl}(0, t) = g(t) \quad (10)$$

мұндағы $T_{st}(x, t)$ — құбыр қабырғасының температурасын жылытқыштың ұзындығына бөлу, °C, $T_{fl}(x, t)$ - ағынның температурасын ұзындығы бойынша бөлу, °C; $F(x, t)$ — ішкі жылу шығарудың меншікті қуаты, Bm/m^3 , v — ағынның жылдамдығы, m/c ; $0 t$ — ағынмен қабырғаның конвективті жылу алмасуының келтірілген коэффициенті, $1/c$, β_{fl} — қабырғамен ағынның конвективті жылу алмасуының келтірілген коэффициенті, $1/c$.

Конвективті жылу алмасудың келтірілген коэффициенттері жылу алмасудың беткі ауданын және жылу алмасуға қатысатын заттардың көлемін, физикалық сипаттамаларын ескереді.

Басқару міндетіне жоғары сапалы автоматты басқару жүйесін құру үшін оларды сипаттаудың қажетті дәлдігін қамтамасыз ететін жылытқыш қабырғасының температуралық өрістерінің және мұнай ағынының өзара әсерін ескере отырып, құбыр көлігі қондырғыларындағы Индукциялық қыздыру процесінің математикалық моделі кіреді. Таратылған параметрлері бар басқару объектілерінің жуық модельдерін құрудың әртүрлі әдістері.

Нәтижелер және оларды талқылау

Бастапқы мәселенің кейбір жеңілдетілген шекті нұсқалары үшін алынған аналитикалық шешімдер зерттелетін құбылыстың механизмін толық көрсетуге, сапалы тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде сандық алгоритмді жақсартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар,

дәл шешімдер, әдетте, компьютерлік бағдарламаларды жөндеуде, сондай-ақ есептеулердің дәлдігін бақылау үшін қолданылатын сынақтардың рөлін атқарады.

Бұл мақалада, модальды басқару жүйесін зерттеу кезінде мұнай ағынының температурасы 90 градустан аспауы үшін құбыр қабырғасының қажетті температурасы 120 градусқа орнатылды, бұл тұтқырлығы жоғары майларды айдау технологиясына байланысты. Қабырғаға және ағынға арналған сандық-аналитикалық үлгілерде болат пен мұнай үшін термофизикалық параметрлер қолданылды. Жылу алмастырғыштың ұзындығы $L=6,36$ м; бір секцияның ұзындығы $L_c=1$ м. Модальды басқару жүйесін зерттеу барысында ағынның кіріс температурасы күрт 20-дан 30 градусқа дейін өзгерді. Әр түрлі уақыттағы қабырғаның шығысындағы жеті нүктедегі температура мәндері — бұзылғанға дейінгі стационарлық күй 155, бұзылудан кейінгі тұрақты күй, екі режимнің максималды температура ауытқуы кезі 1-ші кестеде берілген. Температураның белгіленген мәннен 120 градус ауытқуы модальды реттегіштің синтезіндегі режимдердің соңғы санын есепке алумен байланысты және техникалық талаптарға сәйкес келетін бір градус шегінде қалады.

Көрнекі модельдеу пакеттерінің ішінде MATLAB пакеті ерекше орын алады. MATLAB әр түрлі пәндік аймақтар үшін бірыңғай принциптерге негізделген, сонымен бірге жұмыс ортасы да, бағдарламалау тілі болып табылады (Романов, 2019).

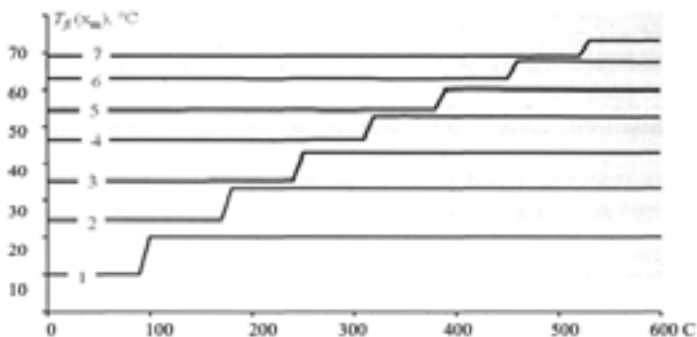
Модельдеу кезінде жүйеде болып жатқан процестерді бақылау үшін SIMULINK кітапханасының құрамына кіретін арнайы бақылау құрылғылары қолданылады. Модельдеу нәтижелері графиктер немесе кестелер түрінде ұсынылыады.

Сонымен, сандық және аналитикалық әдістер шекаралық есептерді зерттеуде ақылға қонымды түрде біріктірілуі керек (Храменков, 2019). Басқару жүйесі жылытқыштың ұзындығы бойынша жеті нүктеде қабырғаның температуралық таралуын бақылайды. Қабырғаның ұзындығы жеті нүктедегі температура мәндері әр түрлі уақытта көрсетіледі. Екі режимнің максималды температуралық ауытқуының белгіленген режимі 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1. Қабырғаның температуралық өрісін талдау

Уақыт сәті	Қабырға ұзындығы бойынша жеті нүктедегі температура мәні, °C						
	0	1,06 м	2,12 м	3,18 м	4,24 м	5,3 м	6,36 м
Сәтке дейін	119,54	120,83	119,21	120,83	119,13	120,832	119,63
Максималды ауытқу	119,85	120,64	119,34	120,72	119,23	120,74	119,64
қолданғаннан кейін	119,6	120,75	119,26	120,75	119,23	120,75	119,64

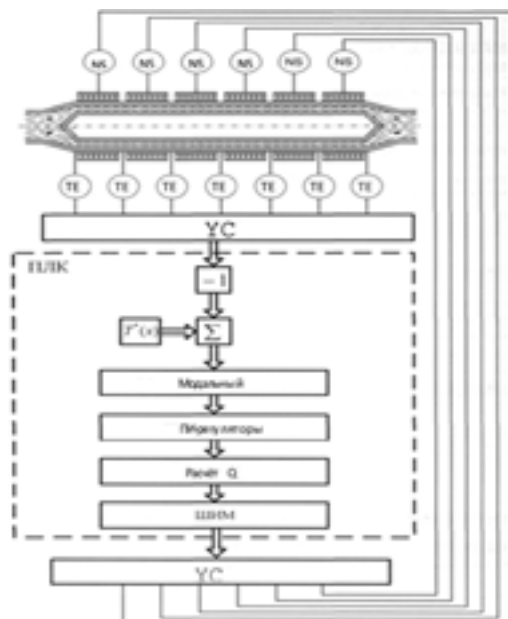
Модельдеу кезінде есептеулерді ұйымдастырудың ыңғайлылығы үшін сандық аналитикалық модельдегі температураны өлшеудің 13 нүктесінің жетеуінің координаттары нақты қондырғыдағы температура сенсорларының орналасу нүктелеріне сәйкес келеді.



Сур. 2. Жеті нүктедегі мұнай ағынының температурасы
(Fig. 2. Oil flow temperature at seven points)

Бұдан әрі модальды анализатор блогында (МА) жеті өлшем бойынша алты уақытша қателік режимі қалпына келтіріледі, олар бойынша басқару жүзеге асырылады.

2-ші суретте қыздырғыштың шығысындағы мұнай ағынының температурасы 90°C-тан аспайтынын көруге болады, бұл тұтқыр мұнайды айдау кезінде технологиялық талаптарға жауап береді. Жылытқыш қабырғасының температуралық өрісін модальды басқару жүйесін техникалық іске асыру. Қыздырғыш қабырғасының температурасын ұстап тұруға арналған модальды басқару жүйесінің функционалды диаграммасы 3-ші суретте көрсетілген.



Сур.3. Мұнайды жанама қыздырудың индукциялық қондырғысын басқару жүйесін техникалық іске асыру
(Fig. 3. Technical implementation of the induction unit control system of indirect heating of oil)

Температура датчиктерінен (ДТ) қабырға ұзындығы бойынша нүктелердегі температура мәндері аралас көпфункционалды құрылғы болып табылатын және аналогтық сигналдарды тіркеуге және бағдарламаланатын логикалық контроллер блогына (PLC) тіркеу нәтижелері туралы ақпаратты беруге арналған объектімен (uso) байланыс құрылғысына келеді (Шалыгин және т.б., 2019).

Содан кейін температураның берілген мәні өлшенгендермен салыстырылады, сәйкессіздік қатесі модальды анализатордың кірісіне беріледі. МА шығуынан Сигнал ПИ-реттегіштерге, содан кейін индукциялық жылытқыштардың алты секциясы бойынша басқару әсерін өндіретін “Q есептеу” блогына түседі.

Жанама индукциялық майды қыздырудың индукциялық қондырғысын басқару жүйесін қазіргі заманғы көптеген өнеркәсіптік контроллерлердің бағдарламалық жасақтамасы арқылы жүзеге асыруға болады (Скобло, 2000). Басқару жүйелерін құруға ұсынылған тәсіл мұнай ағынын жылыту қондырғысының қыздыру элементтерін іске асырудың басқа тәсілдеріне қолданылуы мүмкін.

Қорытынды

Бөлінген басқару әсерінің кеңістіктік конфигурациясына шектеу жағдайында қабырғаның температуралық таралу режимдерін басқару тізбектерінің байланысын талдау жүргізілді. Алты қыздыру бөлімі бар қондырғы алты тәуелсіз басқару тізбегі бар модальды басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді.

— Бөлінген басқаруды қалыптастыруға қойылған шектеуді ескеретін” ыстық “магистральдық мұнай құбырының технологиялық схемасы ұсынылды;

— Динамикалық шоғырланған жүйелерді компьютерлік модельдеу пакетінде мұнай ағынының температурасының таралуын ескере отырып, жылытқыш қабырғасының температуралық үлестірілуін модальды басқару жүйесінің сандық-аналитикалық моделі енгізілген.

— қабырғаның температуралық өрістері мен ағынның жылытқыштың ұзындығы бойынша кеңістіктік таралуын ескеретін құбыр көлігі кезінде мұнай ағынын жанама индукциялық қыздыру қондырғыларындағы жылу алмасу процесінің моделі көрсетілді.

— таратылған сигналдардың кеңістіктік жақындауына негізделген жылу алмасу процестерінің сандық-аналитикалық модельдерін құруға тәсіл ұсынылды. Осы тәсілді қолдана отырып, динамикалық концентрацияланған жүйелерді модельдеудің компьютерлік пакетінде таратылған параметрлері бар зерттелген жүйенің моделі жасалып, енгізілді.

— жылу объектілері мен бөлінген параметрлері бар жүйелердің кең ауқымының динамикалық модельдерін, сондай-ақ MATLAB және SIMULINK ғылыми есептеулерінің компьютерлік пакетінде модальді реттеу жүйелерін іске асыру әдістемесі ұсынылды.

— қазіргі заманғы өнеркәсіптік контроллерлер үшін бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы жүзеге асырылуы мүмкін жанама индукциялық қыздыру мұнай индукциялық қондырғысын басқару жүйесін іске асыру ұсынылды.

Технологиялық процестерді автоматтандыру қызмет көрсетуге жұмсалатын шығындарды қысқартуға, сондай-ақ персоналға түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік береді. Технологиялық процестерді автоматтандыру нәтижелері:

- Шығарылатын өнім көлемін ұлғайту;
- Шығарылатын өнімнің өзіндік құнын төмендету;
- Шығарылатын өнімнің сапасын жақсарту;

Технологиялық Жабдықтың сенімділігін арттыру және олардың қызмет ету мерзімін ұлғайту;

- Қызмет көрсетуші персонал санының азаюы;
- Материалдарды үнемдеу;
- Еңбек жағдайлары мен қауіпсіздік техникасын жақсарту.

Мұнайды жанама қыздырудың индукциялық қондырғысының технологиялық процесін басқарудың әзірленген автоматтандырылған жүйесі жабдықтың жұмыс режимдерін онтайландыруға, пайдалану қауіпсіздігінің деңгейін арттыруға, жабдық жұмысының үнемділігін арттыруға, негізгі жабдық жұмысының сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға, операциялық персоналдың психикалық-физикалық жүктемесі мен қате әрекеттерінің ықтималдығын азайтуға әкеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко, 2019 — *А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие /* — 5-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — ISBN 978-5-8114-4200-3.

Гусева М.А. 2011 — *Гусева М.А. Синтез системы модального управления многосекционным индукционным нагревателем нефти/вестн. Самар. Гос. Техн. Ун-та. Сер. Технические науки.*

Ельмуразаева Л.Х., Гершкович Ю.Б. 2017 — *Ельмуразаева Л.Х., Гершкович Ю.Б. Исследование динамики системы оптимального управления трубчатой печью при различных критериях управления // СФЕРА. НЕФТЬ И ГАЗ.*

Подогрев нефти // Горная энциклопедия, 2018 — URL: <http://www.mining-enc.ru/p/podogrev-nefti/>

Романов П.С. 2019 — *Романов П.С. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Исследование автоматизированных производственных систем. Лабораторный практикум: учебное пособие; Санкт-Петербург: Лань — ISBN 978-5-8114-3607-1.*

Храменков В.Г. 2019 — *Храменков В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин / В.Г. Храменков – Вологда: Инфра-Инженерия.*

Шалыгин М.Г. 2019 — *Шалыгин М.Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: учебное пособие*

М.Г. Шалыгин, Я.А. Вавилин 1975 — *М.Г. Шалыгин, Я.А. Вавилин. Санкт-Петербург: ISBN 978-5-8114-3531-9.*

Байков Н.М., Колесников Б.В., Челпанов П.И. — *Байков Н.М., Колесников Б.В., Челпанов П.И. Сбор, транспорт и подготовка нефти. –М.: «Недра».*

Трубопроводный транспорт нефти и газа: 1988 — Учеб. для вузов/Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров и др. «Недра».

Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. 2000 — *Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. Учебник для ВУЗов. –3-е изд., перераб. и доп. –Москва: ООО «НедраБизнесцентр».*

REFERENCES

- A.R. Gaiduk, V.E. Belyaev, T.A. Piavchenko. 2019 — A.R. *Gaiduk, V.E. Belyaev, T.A. Piavchenko*. Automatic control theory in examples and problems with solutions in MATLAB: study guide /. – 5th ed. – St. Petersburg: Lan, 2019. - ISBN 978-5-8114-4200-3.
- Guseva M.A. 2011 — *Guseva M.A.* Synthesis of a modal control system for a multi-section induction oil heater//Vestn. Samar. State. Tech. University. Ser. Technical science.
- Elmurazaeva L.Kh., Gershkovich Yu.B. 2017 — *Elmurazaeva L.Kh., Gershkovich Yu.B.* Investigation of the dynamics of the optimal control system for a tube furnace under various control criteria // SPHERE. OIL AND GAS.
- Oil heating // Mining Encyclopedia. 2018 — URL: <http://www.mining-enc.ru/p/podogrev-nefti/>
- Romanov P.S. 2019 — *Romanov P.S.* Automation of production processes in mechanical engineering. Research of automated production systems. Laboratory workshop: study guide; St. Petersburg: Doe, - ISBN 978-5-8114-3607-1.
- Khramenkov V.G. 2019 — *Khramenkov V.G.* Automation of control of technological processes of drilling oil and gas wells / V.G. Khramenkov. – Vologda: Infra-Engineering.
- Shalygin M.G. 2019 — *Shalygin M.G.* Automation of measurements, control and testing: textbook M.G. Shalygin, Ya.A. Vavilin, 1975 — *M.G. Shalygin, Ya.A. Vavilin*. St. Petersburg : ISBN 978-5-8114-3531-9.
- Baykov N.M., Kolesnikov B.V., Chelpanov P.I. — *Baykov N.M., Kolesnikov B.V., Chelpanov P.I.* Collection, transport and preparation of oil. –M.: “Nedra”.
- Pipeline transport of oil and gas: 1988 — Proc. for universities / R.A. Aliev, V.D. Belousov, A.G. Nemudrov and others “Nedra”.
- Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Vladimirov A.I., Shchelkunov V.A. 2000 — *Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Vladimirov A.I., Shchelkunov V.A.* Processes and devices for oil and gas processing and petrochemistry. Textbook for universities. – 3rd ed., revised. and additional - M.: Nedra Businesscenter LLC.

МАЗМҰНЫ

Ж.К. Абдугулова, Г.А. Ускенбаева, М.Н. Тлеген, А.К. Шукирова ҚҰБЫР ЖАБДЫҒЫНДА МАЙДЫ ҚЫЗДЫРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ.....	5
Ж.С. Авкурова, С. Гнатюк, Л.М. Кыдыралина, Н.К. Курмангалиева АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ҚҰҚЫҚ БҰЗУШЫНЫ ЕРТЕ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ СӘЙКЕСТЕНДІРУДІҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ӘДІСІ.....	22
А. Бекарыстанкызы, Ө. Ж. Мамырбаев АГГЛЮТИНАТИВТІ ТІЛДЕРГЕ АРНАЛҒАН СӨЙЛЕУДІ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАҢУ ЖҮЙЕСІ.....	37
А.С. Еримбетова, Э.Н. Дайырбаева, Л. Черикбаева БИКУБТЫҚ ИНТЕРПОЛЯЦИЯҒА НЕГІЗІНДЕ СУРЕТТЕРГЕ ЖАСЫРЫН АҚПАРАТТЫ ЕНГІЗУ.....	50
М.Б. Есенова, Г.Б. Абдикеримова, А. Толстой, Ж.Б. Ламашева, А.А. Некесова БИДАЙДАҒЫ АРАМШӨПТЕР ОШАҒЫН АНЫҚТАУ ҮШІН ТЕКСТУРАЛЫҚ БЕЛГІЛЕР ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	64
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Р.К. Сенгирбаева НАҚТЫ УАҚЫТ РЕЖИМІНДЕ МЕДИАРИПЕ ЖӘНЕ SVM АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ҰМ ТІЛІН ТАҢУ.....	82
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, А.Б. Медешова, И.М. Бапиев, Ж.Ж. Багисов ҒАЛЫМДАРДЫҢ ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАР БОЙЫНША ГРАНТТЫҚ ҚАРЖЫЛАНДЫРУҒА ҚАТЫСУҒА ӨТІНІМДЕРІН ДАЙЫНДАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ.....	94
А.А. Иманберді, Р.Н. Молдашева ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА ТАРАТУ ҮЛГІЛЕРІНЕ ШОЛУ.....	107
Г. Қалман, М.Ғ. Есмағанбет, М.М. Жаманкарин, А.И. Габдулина, Д.В. Плескачев КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП КОРЕФЕРЕНЦИЯН ШЕШУ.....	121

Қ.Т. Қырғызбай, Е.Х. Какимжанов ГАЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ГЕОДЕРЕКТЕР БАЗАСЫН ҚҰРУ ВІТСОІН ЖЕЛІСІНДЕГІ КҮДІКТІ ТРАНЗАКЦИЯЛАРДЫ АНЫҚТАУ.....	136
Ш.Ж. Мусиралиева, М.Ж. Шайзат, А.К. Бекетова, Е. Абайұлы, А.Б. Манасова ВІТСОІН ЖЕЛІСІНДЕГІ КҮДІКТІ ТРАНЗАКЦИЯЛАРДЫ АНЫҚТАУ.....	154
А.Ұ. Мұхиядин, Ұ.Т. Махажанова, М.У. Мукашева, А.А. Муханова АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙДА ҚАШЫҚТАН ОҚЫТУДА ЭКСПЕРИМЕНТТЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ.....	170
А.Б. Тоқтарова, Б.С. Омаров, Г.Н. Казбекова, С.А. Мамиков, Ф.Е. Темірбекова ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІДЕГІ ҚАЗАҚ ТІЛДІ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕР ҚОРЫН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДА ЖИНАҚТАУ.....	191
А.Ә. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, Ж.Б. Ламашева, М.Г. Байбулова, А.К. Токкулиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІМЕН РЕНТГЕНДІК КЕСКІННІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	204
Э.Э. Эльдарова JPEG2000 ҚЫСУЫНАН KEЙІН ЦИФРЛІК БЕЙНЕЛЕРДІҢ ВИЗУАЛДЫ САПАСЫН ЖАҚСАРТУ.....	228

СОДЕРЖАНИЕ

Ж.К. Абдугулова, Г.А. Ускенбаева, М.Н. Глеген, А.К. Шукирова АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДОГРЕВА НЕФТИ НА ТРУБОПРОВОДНОМ ОБОРУДОВАНИИ.....	5
Ж.С. Авкурова, С.А. Гнатюк, Л.М. Кыдыралина, Н.К. Курмангалиева ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУШИТЕЛЯ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	22
А. Бекарыстанқызы, О. Ж. Мамырбаев ИНТЕГРАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ДЛЯ АГГЛЮТИНАТИВНЫХ ЯЗЫКОВ.....	37
А.С. Еримбетова, Э.Н. Дайырбаева, Л. Черикбаева ВНЕДРЕНИЕ СКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИЗОБРАЖЕНИИ НА ОСНОВЕ БИКУБИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ.....	50
М.Б. Есенова, Г.Б. Абдикеримова, А. Толстой, Ж.Б. Ламашева, А.А. Некесова ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ТЕКСТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОЧАГОВ СОРНЫХ ТРАВ ПШЕНИЦЫ.....	64
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Р.К. Сенгирбаева РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MEDIAPIPE и SVM.....	82
Ж.С. Иксебаева, К. Жетписов, А.Б. Медешова, И.М. Бапиев, Ж.Ж. Багисов ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ЗАЯВОК ДЛЯ УЧАСТИЯ В ГРАНТОВОМ ФИНАНСИРОВАНИИ УЧЕНЫХ ПО НАУЧНЫМ ПРОЕКТАМ.....	94
А.А. Иманберді, Р.Н. Молдашева ОБЗОР МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ.....	107

Г. Қалман, М.Ғ. Есмағанбет, М.М. Жаманқарин, А.Г. Габдулина, Д.В. Плескачев РЕШЕНИЕ КОРЕФЕРЕНЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ.....	121
Қ.Т. Қырғызбай, Е.Х. Какимжанов СОЗДАНИЕ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ О МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ТРАНЗАКЦИЙ В БИТКОИН СЕТИ.....	136
Ш.Ж. Мусиралиева, М.Ж. Шайзат, А.К. Бекетова, Е. Абайұл, А.Б. Манасова О МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДОЗРИТЕЛЬНЫХ ТРАНЗАКЦИЙ В БИТКОИН СЕТИ.....	154
А.Ұ. Мұхиядин, У.Т. Махажанова, М.У. Мукашева, А.А. Муханова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ.....	170
А.Б. Токтарова, Б.С. Омаров, Г.Н. Казбекова, С.А. Мамиков, Ф.Е. Темирбекова СБОР БАЗЫ ДАННЫХ О ЯЗЫКЕ НЕНАВИСТИ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	191
А.А. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, Ж.Б. Ламашева, М.Г. Байбулова, А.К. Токкулиева КЛАССИФИКАЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	204
Э.Э. Эльдарова УЛУЧШЕНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЛЕ СЖАТИЕ JPEG2000.....	228

CONTENTS

J.K. Abdugulova, G.A. Uskenbayeva, M.N. Tlegen, A.K. Shukirova AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF HEATING OIL PIPELINE EQUIPMENT.....	5
Z. Avkurova, S. Gnatyuk, L. Kydyralina, N. Kurmangaliev THE INTELLECTUALIZED METHOD OF EARLY DETECTION AND IDENTIFICATION OF THE VIOLATOR IN INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS.....	22
A. Bekarystankyzy, O. Zh. Mamyrbayev INTEGRATED AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION SYSTEM FOR AGGLUTINATIVE LANGUAGES.....	37
A. Yerimbetova, E. Daiyrbayeva, L. Cherikbayeva EMBEDDING HIDDEN INFORMATION IN IMAGES BASED ON BICUBIC INTERPOLATION.....	50
M. Yessenova, G. Abdikerimova, A. Tolstoy, Zh. Lamasheva, A. Nekessova APPLICABILITY OF TEXTURE IMAGE ANALYSIS METHODS FOR DETECTION OF WHEAT WEED POCKS.....	64
L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva, R. Sengirbayeva REAL-TIME KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION USING MEDIAPIPE AND SVM.....	82
Zh.S. Ixebayeva, K. Jetpisov, A.B. Medeshova, I.M. Bapiyev , Zh.Zh. Bagisov AN INFORMATION SYSTEM FOR THE PREPARATION OF APPLICATIONS FOR PARTICIPATION IN GRANT FUNDING OF SCIENTISTS IN SCIENTIFIC PROJECTS.....	94
A. Imanberdi, R. Moldasheva REVIEW OF MODELS OF DISSEMINATION OF INFORMATION IN SOCIAL NETWORKS.....	107
G. Kalman, M.G. Esmaganbet, M.M. Zhamankarin, A.I. Gabdulina, D.V. Pleskachev COREFERENCE SOLUTION USING THE CLUSTERING METHOD.....	121

K. Kyrgyzbay, E. Kakimzhanov CREATION OF A GEODATABASE OF ALMATY REGION BASED ON GIS TECHNOLOGIES.....	136
Sh. Mussiraliyeva, M. Shaizat, A. Beketova, Y. Abayuly, A. Manassova IDENTIFICATION OF SUSPICIOUS TRANSACTIONS IN THE BITCOIN NETWORK.....	154
A. Mukhiyadin, U. Makhazhanova, M. Mukasheva, A. Mukhanova INFORMATION TECHNOLOGIES AS A MEANS OF EXPERIMENTAL DATA ANALYSIS IN EMERGENCY DISTANCE LEARNING.....	170
A.B. Toktarova, B.S. Omarov, G.N. Kazbekova, S.A. Mamikov, F.E. Temirbekova COLLECTING HATE SPEECH DATABASE ON SOCIAL NETWORK IN KAZAKH LANGUAGE BY USING MACHINE LEARNING.....	191
A. Shekerbek, G. Abdikerimova, Zh. Lamasheva, M. Baibulova, A. Tokkuliyeva CLASSIFICATION OF X-RAY IMAGES USING THE DEEP LEARNING ALGORITHM.....	204
E.E. Eldarova IMPROVING THE VISUAL QUALITY OF DIGITAL IMAGES AFTER JPEG2000 COMPRESSION.....	228

**Publication Ethics and Publication Malpractice
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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Заместитель директора отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жалиқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 30.03.2023.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,5 п.л. Тираж 300. Заказ 1.