

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК **Торайғыров университета**

Энергетическая серия
Издаётся с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2021)

Павлодар

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/JBVN5702>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., доктор PhD, доцент

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., к.т.н., профессор

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., д.т.н., профессор

Новожилов А. Н., д.т.н., профессор

Никитин К. И., д.т.н., профессор (Россия)

Никифоров А. С., д.т.н., профессор

Новожилов Т. А., к.т.н., доцент (Россия)

Оспанова Н. Н., к.п.н., доцент

Нефтисов А. В., доктор PhD, доцент

Шокубаева З. Ж. технический редактор

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМУНЫ

**Айтмагамбетов А. З., Кулакаева А. Е., Жетписбаева А. Т.,
Кожахметова Б. А., Абильмажинов Б. М.**

Қазақстан Республикасында радиомониторинг үшін тәмен
орбиталы шағын ғарыш аппаратын қолдану мүмкіндігін талдау 9

Альчинбаева О. З., Бекболатов А. Б.

Кентай трансформатор зауытының
бетон дайындау цехін электрмен жабдықтау 22

Анарбаев А. Е., Садвокасова Г. М.

Компьютер темір параметрлері бар экран Arduino-да жасалған 30

Асенов Д. Н., Темирканова Э. К.

Электр энергиясының тұтынуын болуға
арналған қазіргі тәсілдерді талдау 37

Әкімбек Г. Ә., Сатымгалиева М. Б., Алияров Б. Қ.

Тозаң дайындау жүйесінің диірмендерінің энергетикалық
үнемділігін арттыру 53

Богомолов А., Никифоров А., Жалмагамбетова У.

Шалғайдығы ауылдық өнірлер үшін жылумен
және сүмен жабдықтау жүйелерін өңтейландыру 67

Байниязов Б. А., Асанов Г. Ж., Гауанов Г. З., Талипов О. М.

«Астана-АЭК» АҚ-ның түсетін кірістері: есептеу және жетілдіру 76

Битиманова С. С.

Электр энергиясын болжауды өңтейландыру 85

Бурумбаев А. Г., Келаманов Б. С., Әбдірашит А. М., Сариеев О. Р.

Fe-W-Si және Fe-W-C жүйелеріндегі термодинамикалық
үрдістерді модельдеу және талдау 93

Глушенко Т. И., Бедыч Т. В.,

Абдикулова З. К., Сакенов Б. К.

Биоэтанолды алуға арналған биомасса ресурстары 103

Жетписбаев К. У., Ускенбаев Д. Е., Ногай А. С.,

Сериков Т. Г., Толегенова А. С.

Жоғары температуралық асқынөткізгіш материалдары
наноқұрылымының олардың қасиеттеріне әсері 112

Зеонцов А. С.

Ақпараттық талқылау технологиясы инфокоммуникация желісінің деңгейі
ISO OSI Toraiglyrov University Dot.tou.edu.kz порталы және сыртқы
медиаресурсы YouTube.com мысалы 120

Исабеков Д. Д., Темиртаев И. А., Шокеев А. Б.

Ферромагнетикалық өзектері мен ток трансформаторларды
пайдаланбаған магниттүк бақылау түрлендірештердің токтық қорғау 130

Кинжебекова А. К., Каиртаева А. Т.

Жылу электр станциядағы регенеративті
жылдыту жүйесінің жұмысын талдау 138

Омарханова Д. Ж., Оралбекова Ж. О.

Көлденең қабатты ортадағы георадиолокациялық жүйе деректерін интерпретациялау	145
Саринова А. Ж., Третьякова Т. И.	
Дүниежүзілік қызмет көрсету үшін өндірістік шешімдерді беру үшін жақсартылған мәліметтердің негізгі ерекшеліктері	155
Сулейменов И. Э., Кабдушев Ш. Б., Кадыржан К., Искаков Р., Копишин Э. Е.	
Ароматерапия өнімдерін өзірлеу мен қолдануға арналған кешендең тәсілді негіздеу	166
Сулейменов М. А., Дюсекенова У. С., Байкен А.	
Қазақстандық табиги алюмосяликаттардан жасалған композиттердегі мазуттардың каталитикалық крекингі	180
Тұлебаева Ж. А., Азamatова Д. А., Айтмагамбетова Г. А., Барукин А. С.	
Қатты отынды жоғары температуралы тазалауды пайдалана отырып, көрік газдандауру технологиясы	189
Чынбаева Д. М., Цыба Ю. А., Шадхин Ю. И.	
Matlab ортасында жетектің асинхронды жиілік – ток жүйесінің орнықтылығын зерттеу	198
Шаединова М. Да., Борисова Н. Г.	
Бу турбинасы конденсаторын есептеу әдістемелері	209
Шинуколова А. Б., Умбетов У., Морокина Г. С.	
Туризмдегі кезек жүйелерінің мысалдары	219
Авторлар туралы ақпарат	232
Авторларға арналған ережелер	251
Жарияланым этикасы	262

СОДЕРЖАНИЕ

Айтмагамбетов А. З., Кулакаева А. Е., Жетписбаева А. Т., Кожахметова Б. А., Абильмажинов Б. М.	
Анализ возможности применения низкоорбитального малого космического аппарата для радиомониторинга в Республике Казахстан	9
Альчинбаева О. З., Бекболатов А. Б.	
Электроснабжение бетонного цеха Кентауского трансформаторного завода	22
Анараев А. Е., Садвокасова Г. М.	
Экран с параметрами железа компьютера сделанный на Arduino	30
Асенов Д. Н., Темирканова Э. К.	
Анализ современных подходов прогнозирования потребления электрической энергии	37
Акимбек Г. А., Сатымгалиева М. Б., Алияров Б. К.	
Повышение энергоэффективности мельниц системы пылеподготовки	53
Богомолов А., Никифоров А., Жалмагамбетова У.	
Оптимизация систем тепло- и водоснабжения для удаленных сельских регионов	67
Байназов Б. А., Асаинов Г. Ж., Гауанов Г. З., Талипов О. М.	
Выпадающие доходы АО «Астана-РЭК»: расчет и совершенствование	76
Битиманова С. С.	
Оптимизация прогнозирования электроэнергии	85
Бурумбаев А. Г., Келаманов Б. С., Әбдірашит А. М., Сариеев О. Р.	
Моделирование и анализ термодинамических процессов в системах Fe-W-Si и Fe-W-C	93
Глущенко Т. И., Бедыч Т. В., Абдикулова З. К., Сакенов Б. К.	
Ресурсы биомассы для получения биоэтанола	103
Жетписбаев К. У., Усқенбаев Д. Е., Ногай А. С., Сериков Т. Г., Толегенова А. С.	
Исследование влияния наноструктуры на свойства высокотемпературных сверхпроводниковых материалов	112
Зеонцов А. С.	
Технологии информационного анализа пользовательского уровня инфокоммуникационной сетевой модели ISO OSI на примере портала Toraighyrov University Dot.tou.edu.kz и внешнего медиаресурса YouTube.com	120
Исабеков Д. Да., Темиртаев И. А. Темиртаев, Шокеев А. Б.	
Токовые защиты на магнитоуправляемых преобразователях, не использующие трансформаторы тока с ферромагнитными сердечниками	130

Кинжібекова А. К., Каиртаева А. Т.

Анализ работы системы регенеративного подогрева на тепловой электростанции	138
Омарханова Д. Ж., Оралбекова Ж. О.	
Интерпретация данных георадиолокационной системы горизонтально-слоистой среды.....	145
Саринова А. Ж., Третьякова Т. И.	
Основные особенности современных баз данных обеспечивающие промышленные решения глобальных сервисов	155
Сулейменов И. Э., Кабдушев Ш. Б., Кадыржан К., Исқаков Р., Колишев Э. Е.	
Обоснование комплексного подхода к разработке и использованию средств ароматерапии.....	166
Сулейменов М. А., Дюсекенова У. С., Байкен А.	
Катализитический крекинг мазутов на композитах из казахстанских природных алюмосиликатов.....	180
Тулебаева Ж. А., Азаматова Д. А., Айтмағамбетова Г. А., Барукин А. С.	
Технология газификации твердого топлива с использованием высокотемпературной очистки	189
Чынбаева Д. М., Цыба Ю. А., Шадхин Ю. И.	
Исследование устойчивости частотно-токовой асинхронной системы привода в среде Matlab	198
Шавдинова М. Д., Борисова Н. Г.	
Методики расчета конденсатора паровой турбины	209
Шинуколова А. Б., Умбетов Е., Морокина Г. С.	
Примеры систем массового обслуживания в туризме	219
 Сведения о авторах.....	232
 Правила для авторов	251
 Публикационная этика	262

CONTENT**Aitmagambetov A. Z., Kulakayeva A. Ye., Zhetpisbaeva A. T., Kozhakhmetova B. A., Abilmazhinov B. M.**

Analysis of the possibility of using a low-orbit small spacecraft for radio monitoring in the Republic of Kazakhstan

Alchinbayeva O. Z., Bekbolatov A. B.

Power supply of the concrete workshop of the Kentau transformer plant

Anarbayev A. E., Sadvokasova G. M.

Screen with pc hardware parameters made on Arduino.....

Assenov D. N., Temyrkanova E. K.

Analysis of modern approaches for forecasting electric energy consumption

Akimbek G. A., Satyngaliyeva M. B., Aliyarov B. K.

Improving the energy efficiency of the mills of the dust preparation system

Bogomolov A., Nikiforov A., Zhalmagambetova U.

Optimization of heat supply and water supply systems for remote rural regions.....

Bainiyazov B. A., Assainov G. Zh., Gauanov G. Z., Talipov O. M.

The shortfall in income of JSC «Astana REC»: the calculation and improvement

Bitimanova S. S.

Optimization of electricity forecasting

Burumbaev A. G., Kelamanov B. S., Abd rashit A. M., Sariev O. R.

Modeling and analysis of thermodynamic processes in Fe-W-Si and Fe-W-C systems

Glushchenko T. I., Bedych T. V., Abdikulova Z. K., Sakenov B. K.

Biomass resources for production of bioethanol

Zhetpisbayev K. U., Uskenbayev D. E., Nogai A. S., Tolegenova A. S., Serikov T. G.

Study of the influence of nanostructures on the properties of high-temperature superconducting materials

Zvontsov A. S.

Technologies of information analysis of the user level of the ISO OSI information and communications network model: the case of Toraighyrov University portal Dot.tou.edu.kz

and external media resource Youtube.com

Issabekov D. D., Temirtaev I. A., Shokeev A. B.

Current protection on magnetically controlled converters not using current transformers with ferromagnetic core

Kinzhibekova A. K., Kairtayeva A. T.

Analysis of the operation of the regenerative heating system at thermal power plant.....

Omarkhanova D. Zh., Oralbekova Zh. O.Interpretation of data from the radar system
of horizontally layered medium.....145**Sarinova A. Zh., Tretyakova T. I.**Key features of advanced databases providing
industrial solutions for global services.....155**Suleimenov I. E., Kabdushev Sh. B., Kadyrzhan K.,****Iskakov R., Kopishev E. E.**Justification of an integrated approach to the development
and use of aromatherapy products.....166**Suleimenov M. A., Dyussekenova U. S., Baiken A.**Catalytic cracking of fuel oil on composites
from Kazakhstan natural aluminosilicates180**Tulebaeva Zh. A., Azamatova D. A., Aitmagambetova G. A.,****Barukin A. S.**Solid fuel combustion gasification technology
using high-temperature purification189**Chnybayeva D. M., Tsyba Yu. A., Shadkhin Yu. I.**Investigation of the stability of a frequency –
current asynchronous drive system in the Matlab environment198**Shavdinova M. D., Borissova N. G.**

Steam turbine condenser calculation methods.....209

Shinykulova A. B., U. Umbetov, Morokina G. S.

Examples of queuing systems in tourism219

Information about the authors.....232

Rules for authors251

Publication ethics262

<https://doi.org/10.48081/AOOY1040>***А. З. Айтмагамбетов¹, А. Е. Кулакаева²,****А. Т. Жетписбаева³, Б. А. Кожахметова⁴,****Б. М. Абильмажинов⁵**^{1,4}Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті,
Алматы к., Қазақстан Республикасы;²Satbayev University, Алматы к., Қазақстан Республикасы;³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Нұр-Султан к., Қазақстан Республикасы;⁵М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Петропавл к., Қазақстан Республикасы

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА
РАДИОМОНИТОРИНГ ҮШІН ТӨМЕН
ОРБИТАЛЫ ШАҒЫН ФАРЫШ АППАРАТЫН
ҚОЛДАНУ МУМКІНДІГІН ТАЛДАУ**

Қазіргі таңда радиоэлектрондық құрылғылардың санының қарқынды осуі радиоэсілік спектрінің тапшылығын тұгызыады, сонымен қатар электромагниттік жасадайты едәуір қыындауды және радиобақылау функциялары мен міндеттерін жетілдіруді талап етеді. Бұгынгі таңда Қазақстан Республикасының аумағын есекере отырып, қолданыстағы жерусті радиомониторинг құралдарының шеңберінде радиобақылаудың функциялары мен міндеттерін сапалы орындау мүмкін емес. Дегенмен осындағы аумағындағы радиоэсілік спектрін пайдалану радиомониторингі жүйесінің тиімділігін арттыру үшін радиобақылау станциясы ретінде томен орбиталы шағын гарыш аппараттарды пайдалану орынды. Мақалада қолданыстағы жерусті радиоэлектрондық құралдар үшін энергетикалық қорды бағалау және талдау жүргізілді және радиомониторингтің функциялары мен міндеттерін орындау үшін бір томен орбиталы шағын гарыш аппарат негізінде жерсеріктік радиомониторингтің жабайын талдауы келтірілген. Томен орбиталы гарыш аппараттарының негізінде радиомониторинг жүйесін енгізу радиомониторинг жүйесінің

тиімділігін арттыруға және Қазақстан Республикасында радиожиілік спектрін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: Радиомониторинг, томен орбита, шагын гарыш аппарат, радиоэлектрондық құрал, радиожиілік спектрі, Қазақстан, жиілік, радиобақылау, SNR.

Кіріспе

Бұғынгі таңда жана радиотехнологиялар бұқіл әлемде қарқынды дамуда. Алайда, мұндай даму радиожиілік спектрін (РЖС) талап етеді. Дегенмен бұл шектеулі мемлекеттік табиги ресурс болып табылатын РЖС тапшылығына әкеледі. Сондықтан РЖС тиімді қолдану жөнінде шаралар қабылдау қажет. РЖС мониторингі (радиомониторинг) РЖС-нің жай-куйі туралы ақпаратты жинау, өндіреу, талдау және оны пайдалану қағидаларын анықтау болып табылатын радиобақылаудың құрамдас бөлігі болып табылады. РЖС бақылау радиобақылау объектілерінің параметрлері мен сипаттамаларын өлшеуден, оларды белгіленген нормативтік талаптармен салыстырудан және радиожиілік спектрін пайдаланудың белгіленген тәртібі мен ережелерін бұзу фактісін белгілеуден, яғни РЖС пайдалануды тұрақты бақылаудан тұратын радиобақылау түрін білдіреді [1-3]. Қазақстан Республикасында бұл функцияларды радиомониторинг қызметі жер бетіндегі радиобақылау жүйелері негізінде ғана жүзеге асырады [4]. РЖС және радиоэлектрондық құралдардың мониторингі бойынша жұмыстарды жүзеге асыру үшін арнайы радиожабдықтармен («ИРКОС» және «СДО» ЖШҚ ресейлік өндіруші-компанияларының негізгі радиобақылау жабдығы) жабдықталған 24 стационарлық радиобақылау пункттері (СРБП) және 14 жылжымалы өлшеу – пеленгациялық кешендер (ЖӨПК) ғана іске қосылған. Agilent, Anritsu, Rohde&Schwarz және т.б. әлемдік өндірушілердің қосымша өлшеу жабдығы бұл ретте РЖС және РЭҚ мониторингі бойынша жұмыс тек жерүсті радиобақылау жүйелерінің негізінде жүзеге асырылады. Қазіргі таңда жерүсті жүйелерінің біркатар кемшіліктері бар, мысалы, радиомониторингтің шектеулі аймагы, елдің бұқіл аумағы бойынша радиобақылау пункттерінің жеткіліксіз саны, күрделі климаттық жағдайларда, жердің күрделі бедере және т.б. Сондай-ақ, радио бақылау процестерін автоматтандырудың жеткілікіздігін атап өткен жөн. Бұл кемшіліктер Қазақстан Республикасына тән, оның аумағы батыстан шығысқа қарай 3 мың км-ге және солтүстіктен онтүстікке қарай 1600 км-ге (жалпы ауданы 2724,9 мың км) созылады.

Күрделі рельефі бар үлкен аумақтарда жерүсті радиобақылау құралдарының қөмегімен радиомониторинг функцияларын орындау үлкен қаржылық шығындарды талап етеді және радиобақылау ресімін қынданатады. Осыған байланысты аумағы үлкен елдер үшін шағын гарыш аппараттары

(ШФА) негізінде радиобақылау жүйелері негұрлым заманауи болып табылады. Мұндай жүйелердің бірқатар артықшылықтары бар: жоғары тиімділік, жаһандық шолу және аумакты толық қамту. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында гарыш технологияларын дамыту ұлттық қауіпсіздікі нығайтуға, ғылыми-техникалық секторды дамытуға, халықтың әлеуметтік-экономикалық өмірін жақсартуға және т.б. ықпал ететін түйінді бағыттардың бірі болып табылады. Мәселен, бүгінгі күні Ұлттық хабар тарату және телекоммуникациялар міндеттерін шешу үшін Қазақстан Республикасында екі KazSat-2 және KazSat-3 геостационарлық жерсеріктер жұмыс істейді. Осы геостационарлық жерсеріктер бүгінгі күні толығымен «Республикалық гарыштық байланыс орталығы» АҚ басқаруында және елді жерсеріктік байланыспен және цифрлық телерадиохабар таратумен қамтамасыз етеді.

Сондай-ақ, 2014 жылы «Қазақстан Гарыш Сапары «ҮК» АҚ басқаруындағы және ЖҚЗ қызметтерінің толық спектрін ұсыну үшін пайдаланылатын KazEOSat 1 және KazEOSat 2 жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) Қазақстандық жерсеріктері іске қосылды. Осыған байланысты Қазақстан Республикасының гарыш саласы жоғары қарқынмен дамып келе жатқанын, бұл ретте қажетті техникалық, кадрлық және технологиялық әлеуетке ие екенін атап өткен жөн.

Гарыш технологиялары саласындағы елдің жоғарыда аталған техникалық, экономикалық және технологиялық әлеуетін, сондай-ақ елдің үлкен аумағын ескере отырып, радиомониторинг жүйесінде жасанды жерсеріктерін ел ауқымында, тіпті бұқіл жер аймақтарында радиомониторинг үшін пайдалану қызығушылық тудырады. Осыған байланысты ШФА негізінде радиобақылау жүйелері негұрлым болашағы зор технологиялардың бірі болып табылады.

Зерттеу әдісі

Сондықтан қазіргі уақытта радиобақылау жүйелері мен желілерін жетілдіру жөнінде әрекеттер жасау қажет. Қолданыстағы жердегі радиомониторинг құралдарының шенберінде радиобақылаудың функциялары мен міндеттерін сапалы орындау мүмкін емес. Радиожиілік спектрін пайдаланудың радиомониторинг жүйесінің тиімділігін арттыру бағыттарының бірі төмен орбиталы шағын гарыш аппараттарын радиобақылау станциялары ретінде пайдалану мүмкіндігін зерттеу болып табылады. Жұмыста [5] және 1-кестеде радиолиниялардың энергетикалық бюджетіне талдау жасалды, бұл радиомониторингті жүзеге асыру үшін төмен орбиталы шағын гарыш аппараттарын қолдану мүмкіндігін көрсетті. Сондай-ақ, жұмыста [6] радиосәулелендіру көзінің орналасқан жерін анықтау әдісі қарастырылып, әзірленді, оны бір кіші гарыш аппараты негізінде радиомониторинг жүйесін әзірлеудің бастапқы кезеңдерінде қолдануға болады.

Жерсеріктік төмен орбиталық жүйелердің бірқатар артықшылықтары бар: жоғары тиімділік, жаһандық шолу және аумакты толық қамту [7-10].

Осыған байланысты бүгінгі таңда мұндай радиобақылау жүйелерін дамыту өзекті болып табылады. Мысал ретінде американдық Hawkeye 360 компаниясын көлтірге болады, ол радиобақылау функциялары мен міндеттерін орындауға арналған радиоэлектрондық бақылаудың ШФА орбиталық топтарын іске қосты [11].

Шағын ғарыш аппараттары негізінде радиомониторинг жүйесін іске асыру үшін борттық өлшеу қабылдағышы қабылдайтын сигналдарды бағалауға және талдауға байланысты бірқатар зерттеулер жүргізу қажет. Жерсеріктік радиомониторинг жүйесінің радио желісінің бюджетін есептеу үшін накты жердегі РЭК параметрлері пайдаланылды. Энергия бюджетін есептеу және талдау мысал ретінде: GSM-900 МГц, UMTS-1800 МГц, LTE-2100 МГц әр түрлі стандарттағы мобиЛЬДІ байланыс станциялары; DVB-T2 (TV) (474 МГц) 21 теледидарлық арна; 94 МГц жердегі дыбыстық хабар тарату (FM); X - 7 ГГц және Ku-14 ГГц диапазондарындағы жерсеріктік байланыстың жердегі станциялары.

Қабылданған сигналдың параметрлеріне әсер ететін факторларды талдау негізінде энергетикалық бюджет есептелді, оның нәтижелері 1-кестеде көлтірлген.

Кесте 1 – Жерсеріктің орбиталық биіктігі 650 км биіктігінде ӨЖЖ-АЖЖ диапазондарының жерусті РЭК-нан жоғары бағытта энергетикалық есептеудің бастапқы деректері мен нәтижелері

Радиосөule тарату көзінің түрі	GSM	UMTS	LTE	ТВ	ӨЖЖ ЖМ	X, ГГц	Ku, ГГц	Ka, ГГц
Жиілік, МГц	900	1800	2100	474	94	7	14	40
Тиімді изотропты сөулелену қуаты, дБВт	11,5	11	8,3	37,1	21,1	34,1	31,1	33
Қуат ағынының тығыздығы, дБТ/м ²	-175,7	-176,2	-178,9	-150,2	-166,1	-153,1	-156,2	-154,1
Бос кеңістікке сигналдың өшү, дБ	147,8	153,8	155,6	142,2	128,2	165,6	171,6	180,7
Бос кеңістіктегі берудің жиынтық шығындары, дБ	186,8	193,3	194,3	172,6	167,6	174	182	189,1
Қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың қуаты, дБм	-157,8	-164,8	-168,6	-118,1	-128,9	-120,4	-129,4	-136,5

Жер үсті радиосөулелендіру көзіден жоғары бағытта энергетикалық есептеу нәтижелері бойынша SNR (dB) EIRP (dBW) тәуелділік графигі түркізылды.

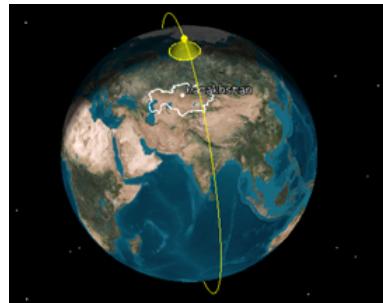


Сурет 1 – SNR (dB) EIRP (dBW) тәуелділік графигі

Берілген 1 кестеде көлтірлген радиобақылау жүйесінің қабылдағышының кірісіндегі сигнал деңгейлерін талдау. Жер бетіндегі РЭК үшін SNR қатынасы (1 - сурет) 10 дБ артық, бұл радиомониторингті жүзеге асыру үшін қолайлы. Алайда, ШФА негізіндегі радиомониторинг жүйесінің тиімді жұмыс істеуі үшін әлсіз сигналдарды өндеудін арнаіы әдістерін колдану, сезімталдығы жоғары борттық қабылдау құрылғыларын және жоғары қүшейту коэффициенті бар антенналарды колдану қажет (Active Phased Array Antenna – АПАА).

Талқылау

Қазақстан Республикасы аумағының радиомониторинг аймағы (РА) солтүстік ендіктің $\phi = 40^\circ$ бастап $\phi = 56^\circ$ дейін (РА орташа мәні $\phi = 48^\circ$) диапазонында орналасқан. Бастапқы кезеңде радиомониторинг функцияларын орындауды бір тәмен орбиталық ШФА негізінде жүргізген жөн, өйткені бұл экономикалық түрғыдан ең тартымды болып табылады. Бір тәмен орбиталы ШФА негізінде радиомониторинг жүйесін жобалау кезінде орбитаның параметрлерін таңдау қажет. Ол үшін дөңгелек полярлық орбитаны ($i = 83^\circ$) және орбитаның биіктігін ШФА $h = 650$ км қарастыру ұсынылады. Бір жерсеріктің қамту аймағы және жерсерік көрінетін жер (2-сурет) көрсетілген. 3-суретте жерсеріктің радиобақылау аймағының бейнесімен КР аумағының үстінен бір тәмен орбиталық ШФА қозгалысының траекториясы көлтірлген.



Сурет 2 – Бір төмен орбиталық ШФА негізінде радиомониторинг



Сурет 3 – Жерсеріктің тәулік ішіндегі қозғалыс траекториясы

Ортаңғы ендікте біз ШФА орбитасының биіктігін таңдаймыз (біздің жағдайда $h = 650\,000$ м). РО дөңгелек орбитасының радиусын анықтау үшін ендікке байланысты эллипсоидтің радиусын (жер массасының центрінен жер бетіне дейінгі сзыбытық қашықтық) есептей:

$$Re(\varphi = 48^\circ) = a * b / [(b^2 + a^2 * \tan^2 48^\circ)^{0.5} * \cos 48^\circ] = 6366299 \text{ м}, \quad (1)$$

мұндағы $a = 6378136$ м – Жердің экваторлық радиусы;

$b = 6356751$ м – Жердің полярлық радиусы [12].

Жер бетіндегі жерсеріктің қамту орбитаның параметрлеріне байланысты. Бұл ретте радиомониторинг ақпаратын өндеудің жердегі станциясы 4-суретте көрсетілгендей жерүсті станциясы жабу аймағында (жерсерік ізі) болғандаған жерсерікпен байланысты жүзеге асыра алады. Көрінү ұзақтығы, сондыктан ұзақтығы бірнеше минутты құрайды, өйткені жерсерік жерден жоғары жылдамдықпен қозғалады. Жерсерікпен бірге оның ізі де қозғалады, сондыктан ШФА-мен байланыс жоғалады (5-сурет).



Сурет 4 – Бір төмен орбиталық ШФА-ның қамту аймағы



Сурет 5 – ШФА-ның жылжыуы

Әрі қарай МКА орбитасының бірқатар параметрлерін анықтаймыз: ШФА дөңгелек орбитаның радиусы:

$$R^0 = Re(48^\circ) + h = 7016299 \text{ м} \quad (2)$$

ШФА сзыбытық қозғалыс жылдамдығы келесі формуламен есептеледі:

$$V = (G * M / R^0)^{0.5} = 7542 \text{ м/с} \quad (3)$$

мұндағы $M = 5,98 * 10^{24}$ кг Жер массасы және гравитациялық түрақты $G = 6,6743 * 10^{-11} \text{ м}^3 * \text{кг}^{-1} * \text{с}^2$ [13].

ШФА-ның бір айналымының уақыты келесідей анықталады:

$$T = 2 * \pi * R^0 / V = 5842,264 \text{ с} = 97,37 \text{ мин} \quad (4)$$

ШФА -ның Қазақстан Республикасы аумағының үстінде болу уақыты:

$$t = T * (56^\circ - 40^\circ) / 360^\circ = 4,33 \text{ мин} \quad (5)$$

Жердің айналуына байланысты жерсеріктің бойлышы біріншіге қатысты екінші позицияға қалай өзгеретінін карастиру қажет. Ол үшін Жердің айналу жылдамдығын табу керек ω_3 .

Жердің бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_3 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{360^\circ}{T}$$

мұндағы T – жердің өз осіне айналу кезеңі.

Тәулігте 24 сағат, сондыктан Жердің өз осінің айналасындағы айналу кезеңі 24 сағаттың құрайды деп болжауға болады. Бірақ Жер Құннің айналасында айналатындықтан, оның өз осі бойынша айналу кезеңі бізге таныс күн сәулемесінен сәл қысқа болады және 23 сағат 56 минут 4 секундтың құрайды. Бұл жүлдіздың күн деп аталағы. Қайта есептеуде бірнеше секунд ішінде біз аламыз: $T=86164$ С.

Сонда:

$$\omega_3 = \frac{360^0}{86164} = 0,00417 \text{ сек.}$$

Құннің бұрылыстардың санын табу үшін күннің минуттардың орташа санын бір ШІФА айналу уақытына бөлу керек, содан кейін ол шығады:

$$P_v = \frac{t_{cp}}{T} = \frac{1440}{97,37} = 14,8^0$$

мұндағы t_{cp} – бұл күндеңігі минуттардың орташа саны.

Келесі айналымдағы бойлықтың өзгеруі:

$$\Theta_{uzm} = \omega_3 * T = 0,00417 * 5842,264 = 24,343^{\circ}$$

Яғни тәулігіне орын ауыстыру күннің басына қатысты $24,343^{\circ}$ болады.

Бұл жағдайда ШІФА өсі қозгалысының бұрыштық жылдамдығы бір сағатта болады:

$$\omega_c = 360/5842,264 = 0,06162 \text{ с}$$

Сағатына бұрылыстар саны:

$$P_v / 24 = 14,8 / 24 = 0,616$$

6 және 7-суреттерде КР аумағының үстіндегі ШІФА қозгалысының траекториясы көлтірілген және Жердің айналу әсерін көруге болады. Жердің айналуына байланысты бұрылыстар арасындағы қашықтық шамамен 24,5 градус болады.



Сурет 6 – ШІФА қозгалысының траекториясы (бірінші айналым)



Сурет 7 – ШІФА қозгалысының траекториясы (екінші айналым)

Осылайша, радио желісінің бюджетін талдау [5] радиожиілік спектрін пайдалануды радио мониторлау үшін төмен орбитальды ШІФА пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Елдің ғарыштық технологиялар саласындағы техникалық, экономикалық және технологиялық әлеуетін, сондай-ақ елдің үлкен аумағын ескере отырып, жасанды Жер серіктерін ел ауқымында, тіпті жердің барлық аймактарында радиомониторинг үшін пайдалану қызығушылық тудырады. Сондыктан үлкен аумақтардағы радиомониторинг жүйесінің тиімділігін арттыру үшін төмен орбиталық ШІФА радиобақылау станциясы ретінде пайдалану орынды болып табылады.

Қорытындылар

Радио желісінің бюджетін талдау радиожиілік спектрін пайдалану үшін төмен орбитальды ШІФА пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Үлкен аумақтардағы радиомониторинг жүйесінің тиімділігін арттыру үшін төмен орбиталық ШІФА радиобақылау станциясы ретінде пайдалану орынды болып табылады. Сондыктан радиожиілік спектрін пайдаланудың радиомониторинг жүйесінің тиімділігін арттыру бағыттарының бірі төмен орбиталы шағын ғарыш аппараттарын радиобақылау станциялары ретінде пайдалану болып табылады. Қазақстан Республикасында радиомониторинг жүйесін дамыту үшін радиомониторингтің жерсеріктік жүйесін күру бағдарламасын әзірлеу қажет.

Пайдаланған деректер тізімі

1 Handbook on Spectrum Monitoring. – Geneva, Electronic Publication, 2011.

2 Rembovsky, A.M., Ashikhmin, A.V., Kozmin V.A., Smolskiy S.M. Radio Monitoring : Automated Systems and Their Components. – Springer, 2018. – 486 p.

3 Қазақстан Республикасының цифрлық даму, инновациялар және аэrogарыш өнеркәсібі министрлігі «Мемлекеттік радиожиілік қызметі» РМК

ресми сайты. [Электронды ресурс]. – <https://rfs.gov.kz> (Отініш берген күні 20.03.2020).

4 «Байланыс» туралы Қазақстан Республикасының 2004 жылғы 5 шілдедегі № 567 ЗАҢЫ.

5 Айтмагамбетов А.З., Кулакаева А.Е., Кожахметова Б.А., Жақсылық А. Ж. Төменгі орбиталық спутниктер негізінде радиомониторинг жүйесі үшін энергетикалық бюджетті бағалау. // АӘЖБУ хабаршысы. – 2019. – № 4 (47). – 88 б.

6 Aitmangambetov, A.Z., Butuzov, Yu.A., Kulakayeva, A.E. The principle of determination of coordinates (width and longitude) radio-frequency radiation source. Certificate about deposition of object of intellectual property. Registration № 2784, 2016.

7 Ram S. Jakhu, Joseph N. Pelton. «Small Satellites and Their Regulation». – Springer, 2014. – 90 p.

8 Oliver Montenbruck, Eberhard Gill. «Satellite Orbits Models, Methods, and Applications». – Springer, 2000. – 384 p.

9 S. T. Goh, S. A. Zekavat, O. Abdelkhalik. «LEO Satellite Formation for SSP : Energy and Doppler Analysis» // IEEE Transactions on aerospace and electronic systems Vol. 51, № 1, January 2015.

10 Joe J. Khalife, Zaher M. Kassas. «Receiver design for doppler positioning with LEO satellites». ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 12-17 May 2019

11 HawkEye компанияның ресми сайты 360 [Электронды ресурс]. – <https://www.he360.com>. (Отініш берген күні 11.10.2020).

12 1990 жылғы жердің параметрлері (ПЗ-90.11). Анықтамалық құжат. Ресей Федерациясы Қарулы Күштері Бас штабының әскери-топографиялық баскармасы. – 2014. – 52 б.

13 CODATA Recommended values of the fundamental physical constants : 2018 NIST SP 961. – 2019

References

1 Handbook on Spectrum Monitoring. – Geneva, Electronic Publication, 2011.

2 Rembovsky, A.M., Ashikhmin, A.V., Kozmin V.A., Smolskiy S.M. Radio Monitoring : Automated Systems and Their Components. – Springer, 2018. – 486 p.

3 Qazaqstan Respublikasynyң sifrlық damu, innovasialar jáne aeroǵarysh ónerkásibi ministrligi «Memlekettik radiojiilik qyzmeti» RMK resmi saity [Official website of RSE «State radio frequency service» of the Ministry of digital development, innovation and aerospace industry of the Republic of Kazakhstan]. [Electronic resource]. – <https://rfs.gov.kz> (Application date 20.03.2020)

4 «Bailany» turaly Qazaqstan Respublikasynyң 2004 jylǵы 5 shildedegi №567 Zańy [Law of the Republic of Kazakhstan dated July 5, 2004 № 567 «On Communications»]

5 Aitmangambetov A.Z., Kulakaeva A.E., Kozhakhmetova B.A., Zhaksylyk A.Zh. Tómengi orbitalыq sputnikter bazasynda radiomonitoring júiesi úshin energetikalyq býdjetti бағалау [Estimation of the energy budget for a radio monitoring system based on LEO satellites]. //AUPET Bulletin . 2019. – № 4 (47). – 88 p.

6 Aitmangambetov, A.Z., Butuzov, Yu.A., Kulakayeva, A.E. The principle of determination of coordinates (width and longitude) radio-frequency radiation source. Certificate about deposition of object of intellectual property. Registration № 2784, 2016.

7 Ram S. Jakhu, Joseph N. Pelton. «Small Satellites and Their Regulation». – Springer, 2014. – 90 p.

8 Oliver Montenbruck, Eberhard Gill. «Satellite Orbits Models, Methods, and Applications». – Springer, 2000. – 384 p.

9 S. T. Goh, S. A. Zekavat, O. Abdelkhalik. «LEO Satellite Formation for SSP : Energy and Doppler Analysis» // IEEE Transactions on aerospace and electronic systems Vol. 51, № 1, January 2015.

10 Joe J. Khalife, Zaher M. Kassas. «Receiver design for doppler positioning with LEO satellites». ICASSP 2019 - 2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 12-17 May 2019

11 HawkEye компанияның ресми сайты 360 [Electronic resource]. – <https://www.he360.com> (Отініш берген күні 11.10.2020).

12. 1990 jylǵы jerdiń parametrleri (PZ-90.11). Anyqtamalyq qujat. Resei Federasiyası Qarýly Kúshteri Bas shtabyның áskeri-topografialyq basqarmasy [Earth parameters of 1990 year (PZ-90.11). Reference document. Military topographic Department of the General Staff of the Armed Forces of the Russian Federation]. – 2014. – 52 p.

13. CODATA Recommended values of the fundamental physical constants : 2018 NIST SP 961. – 2019.

Материал баспаға 12.06.21 түсті.

*A. З. Айтмагамбетов¹, А. Е. Кулакаева², А. Т. Жетписбаева³,
Б. А. Кожахметова⁴, Б. М. Абыльмажисов⁵

^{1,4}АО «Международный университет информационных технологий»,
Республика Казахстан, г. Алматы;

²Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы;

³Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

⁵Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева,
Республика Казахстан, г. Петропавловск.
Материал поступил в редакцию 12.06.21.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНОГО МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РАДИОМОНИТОРИНГА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

В настоящее время стремительный рост числа радиоэлектронных устройств создает дефицит радиочастотного спектра, а также значительно усложняет электромагнитную ситуацию и требует совершенствования функций и задач радиоконтроля. На сегодняшний день невозможно качественное выполнение функций и задач радиоконтроля в рамках существующих наземных средств радиомониторинга с учетом территории Республики Казахстан. Однако для стран с такой большой территорией использование радиочастотного спектра целесообразно использовать малые космические аппараты с низкой орбитой в качестве станции радиоконтроля для повышения эффективности системы радиомониторинга. В статье проведена оценка и анализ энергетического запаса для действующих наземных радиоэлектронных средств и приведен анализ покрытия спутникового радиомониторинга на базе одного низкоорбитального МКА для выполнения функции и задач радиомониторинга. Внедрение системы радиомониторинга на базе низкоорбитальных космических аппаратов позволит повысить эффективность системы радиомониторинга и использование радиочастотного спектра в Республике Казахстан.

Ключевые слова: Радиомониторинг, низкая орбита, малый космический аппарат, радиоэлектронное средство, радиочастотный спектр, Казахстан, частота, радиоконтроль, SNR.

*A. Z. Aitmagambetov¹, A. Ye. Kulakayeva², A. T. Zhetpisbaeva³,
B. A. Kozhakhmetova⁴, B. M. Abilmazhinov⁵

^{1,4}JSC «International Information Technologies University»,
Republic of Kazakhstan, Almaty;

²Satbayev University, Republic of Kazakhstan, Almaty;

³Kazakh Agro Technical University named after S. Seifullina,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

⁵North Kazakhstan University named after M. Kozybayev,
Republic of Kazakhstan, Petropavlovsk.

Material received on 12.06.21.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING A LOW-ORBIT SMALL SPACECRAFT FOR RADIO MONITORING IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

At present, the rapid growth in the number of radio-electronic devices creates a shortage of radio-frequency spectrum, as well as significantly complicates the electromagnetic situation and requires improving the functions and tasks of radio monitoring. To date, it is impossible to perform high-quality functions and tasks of radio monitoring within the existing ground-based radio monitoring facilities, taking into account the territory of the Republic of Kazakhstan. However, for countries with such a large territory using the radio frequency spectrum, it is advisable to use small spacecraft with a low orbit as a radio monitoring station to improve the efficiency of the radio monitoring system. The article evaluates and analyzes the energy reserve for existing ground-based radio-electronic equipment and analyzes the coverage of satellite radio monitoring based on a single low-orbit small spacecraft for performing the function and tasks of radio monitoring. The introduction of a radio monitoring system based on low-orbit spacecraft will increase the efficiency of the radio monitoring system and the use of the radio frequency spectrum in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: Radio monitoring, low orbit, small spacecraft, radio electronic means, radio frequency spectrum, Kazakhstan, frequency, radio monitoring, SNR.

<https://doi.org/10.48081/BAGK3834>

***О. З. Альчинбаева¹, А. Б. Бекболатов²**

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазак-түрік университеті, Казақстан Республикасы, Түркістан қ.

КЕНТАУ ТРАНСФОРМАТОР ЗАУЫТЫНЫҢ БЕТОН ДАЙЫНДАУ ЦЕХЫН ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ

Кентау трансформатор зауытының электрмен жабдықтау жүйесі қоректенірүши, таратуышы, трансформаторлық және тұрләндіргіш қосалқы станицалардан және оларды байланыстыратын көблілдік және дүе жеселлерінен, жоғары және төменгі кернеулі ток откізгіштерден тұрады. Электрмен жабдықтау жүйесі қызмет корсетуде сенімді, ыңғайлы және қауіпсіз болатындей және қажетті энергия сапасын, қалыпты және апарттан кейінгі режимдерде электрмен жабдықтаудың үздіксіздігін қамтамасыз ететіндей болып күрілады. Сонымен қатар, электрмен жабдықтау жүйесі шығындар, жылдық шығындар, энергия шығындары бойынша үнемді болуы тиіс.

Мақалада зауыт ішіндегі электрмен жабдықтауын есептеу, бетон цехының электр схемасын есептеу және таңдау, зауыттың қоректенірүжелісінің кернеуін таңдау, БТК трансформаторларының құатын таңдау, бетон цехының электрмен жабдықтауын есептеу жұмыстары жүргізілді, оған мыналар кіреді: қабылдағыштарды қоректенірүп пункттері бойынша болу, қоректенірүп пункттері бойынша есептеу жүктемелерін анықтау, ұзақ мерзімді рұқсат етілген ток жүктемесі бойынша қоректенірү жеселінің құмаларын таңдау және оларды кернеудің жоғалуы бойынша тексеру, күштік электр тарату жеселі мен қорғаныс аппараттарын таңдау.

Кілтті сөздер: бетон дайындау цехы, электрмен жабдықтау, электр қосалқы станицасы, электрлік сұлба, күштік трансформатор, электр жеселі.

Кіріспе

Кентау трансформатор зауыты қаланың «Өндірістік аймағында» орналасқан және ол жыл сайын жаңа цехтарды салып іске қосуда. Сонымен қатар соңғы жылдары қалада тұрмыстық қажеттілік нысандары тұрғын үйлер, демалыс орындары көптеп салынуда.

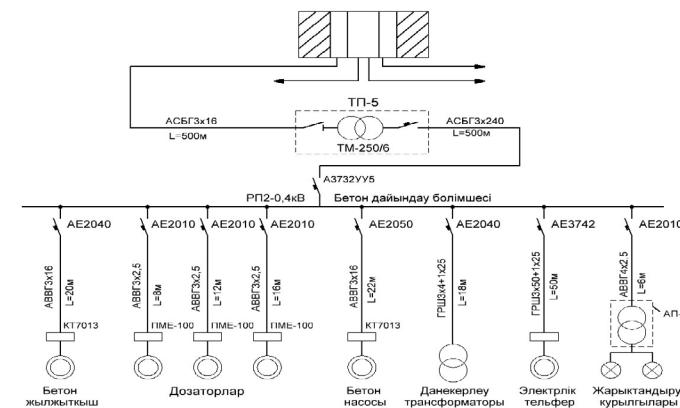
2018 жылы Түркістан облысы, ал Кентау қаласының район орталығына айналуы салынатын құрылым объектілерінің санын арттыруда. Осылай орай, Кентау трансформатор зауыты аймағындағы 500 м кашықтықтағы бұрынғы «Золотошахтопроходка» тресінің темір –бетон дайындаудың белімшесінің фимараты жақсы қалыпта сақталғанын ескере отырып жаңа бетон дайындау цехын ашу тиімді болып отыр. Оны іске қосқан кезде зауыт өз қажеттілігін толығымен қамтамасыз етіп, арзан бетонды пайдалануға қолы жетеді, ал артығын қалаға беріп қосымша пайда табуына жол ашылады. Соңықтан, Түркістаннан әкелінетін және Кентауга жеткенше сапасы төмендеп қалатын қымбат бетоннан бас тартуына мүмкіндік туды және қосымша шығынды азайтып, шығарытын өнімдерінің өзіндік құнын төмендете алады. Екіншіден зауытқа және кіші қалалар қатарына кірген Кентау қаласына мемлекет тарапынан да қаржылық көмек көрсетілмек.

Материалдар және зерттеу әдістері

Бетон қоспасын дайындаудың цехтың негізгі қондырғыларына келесілер жатады [1,2]:

- 1 Бетон жылжытқыш (бетоносмеситель);
- 2 Дозаторлар;
- 3 Бетонды тарату бункерлері (расходные бункера);
- 4 Ленталық және винттік конвейерлер;
- 5 Элеваторлар

Фимараттағы монтаждау және жөндеу жұмыстарын механикаландыру үшін жүк көтергіштігі $Q_h = 5$ тонналық электрлік тельфер, дәнекерлеу трансформаторларын, жарықтандыру қондырғыларын да қарастырамыз.



Сурет 1 – Кентау трансформатор зауытының бетон дайындау цехын электрмен қамтамасыз ету схемасы

Зауыт бойынша электр жүктемелерін есептеу

Электр жүктемелерінің барлық түрлерін есепке ала отырып, олардың анықталу параметрлерін (куаты, жүктелу және куат коэффициенттері) біле отырып, берілген формула арқылы есептеу. Бұл кезде олардың толық, реактив, актив куаттары анықталады [3,4].

Бастапқы берілгендер.

1 Зауыттың бас жоспары

2 Зауыт цехтарының электр жүктемесінің мәліметтері

3 Зауыт 110/35/6 кВ қосалқы станциясынан көрек алады.

10,5 кВ шинадағы қысқа тұйықталу куаты 600 МВА. 110 кВ жағындағы қысқа тұйықталу куаты 1800 МВА. Олар секцияланған 2 секцияға параллель қосылған.

Электр жүктемені есептеу

Қолдану коэффициенті $K_i = P_{cm}/P_{nom}$
Максимум коэффициенті $K_{max} = P_{max}/P_{cm}$
Эффективті саны $n_{\phi} = 2 \sum P_{nom} / P_{max}$
 $n_{\phi} > 4$ болса онда $P_{max} = K_{max} \cdot K_i \cdot P_{nom}$
 $n_{\phi} < 4$ болса онда $P_{max} = K_i \cdot P_{nom}$

Бетон-жылжытқыш таңдау

Маркасы БНЦД-800 үзіп-үзіп жұмыс істейтін, бетонның құраушыларын қозғағыш күштермен араластыратын бетон-жылжытқышты аламыз. Таңдалған бетон-жылжытқыш келесілерден құралған: жылжымайтын ыдыс, оған астау (лоток) арқылы бетонның құраушылары (қиыршық тас, топырак, цемент, құм, су, т.б.) беріледі.

Электр қозғалтқыш редуктор арқылы тісті дөнгелектермен біріккен травесті айналдырады. Осы кезде біліктерді, стержендерді қалақшаларымен қосып қозғалысқа келтіреді. Қалақшалар траверсамен бірге біліктің осін айнала қозғалып, дайындалатын бетонды араластырып отырады. Су сақина пішінді формамен монтаждалған құбырлар арқылы беріледі. Дайын болған бетон тарелка тәріздес ыдыс табанының төменгі жағында орналасқан арнайы тесіктен шығарылады, онда ашып-жабылып тұратын «затвор» орнатылған.

Атальмыш бетон-жылжытқышы бетонды өте жоғары деңгейде араластырып, сапалы сұйық түрінде дайындауға мүмкіндік береді.

Төмендегі формула бойынша таңдалған бетон-жылжытқыштың жұмыс өнімділігін анықтаймыз [5,6]:

$$\Pi_p = 3600 \cdot V_c / t_u, \text{ м}^3/\text{сағ}$$

мұндағы, $V_c = V_{min} + V_{max} / 2 = 16 + 800 / 2 = 482,5 \text{ м}^3$ – дайын болып шығатын бетонның орташа көлемі;

$V_{min} = 165$ және $V_{max} = 800$ литр – 2-кестеден альянған;

t_u – бір циклдің ұзақтығы (оған бетон-жылжытқышқа материалдарды түсіру, араластыру, бетонды шығару жатады), сек.

Мысалы, материалмен толтыруға $t_3 = 30 \div 45$ сек, шығаруға $t_b = 30$ сек, ал араластыруға $t_{per} = 200$ сек уақыт кетеді деп қабылдаймыз.

Сонда бір циклдің ұзақтығы:

$$t_u = t_3 + t_{per} + t_b = 40 + 200 + 30 = 270 \text{ сек.}$$

Зауыттың бетон ертіндісіне сұранысын (жақын жылдардағы)

$\Pi_p = 3600 \cdot 482,5 / 270 = 6433 \text{ л/сағ}$ немесе $64,33 \text{ м}^3/\text{сағ}$ өнімділігін табамыз:

$$\Pi_p = 3600 \cdot 482,5 / 270 = 6433 \text{ л/сағ}$$

Таңдалған БНЦД-800 бетон дайындағыш қондырғы зауыттың сұранысын толығымен қамтамасыз етіп, артығын қаладағы объектілерге бере алады.

Цехқа трансформатор таңдау үшін оның есептік куатын анықтаймыз [7,8].

Кесте 1 – Бетон дайындау цехының жалпы жүктемесі

Қондырғылардың атауы, маркалары	Саны	Қондырғының куаты, кВт	Сұраныс коэф. (Kc)	Коэф. (П.Ә.К.еб)	Жалпы куат, кВт
Бетон-жылжытқыш, БНЦД-800	1	40	0,8	0,86	0,98
Құмның, гравийдің, топырактың дозаторлары ДВП-А	3	2	0,8	0,85	0,95
Пневматикалық бетон насос, БНП-80	1	60	0,7	0,83	0,95
Дәнекерлеу трансформаторы, ТС-300	1	30	0,8	0,84	0,96
Дәнекерлеу трансформаторлары, ТС-500	1	32	0,6	0,86	0,98
Электрлік тельфер Qh=5тн, ЭТ-5М	1	100	0,7	0,85	0,95
Жарықтандыру агрегаты, АП-4	1	4	0,7	0,85	0,98
Барлығы	9	-	-	-	272

Бетон дайындау цехының күштік трансформаторының есептік қуатын анықтаймыз [9]:

$$S_{\text{расч}} = \Sigma P_{\text{уст}} \cdot K_{\text{c,cp}} / \cos\phi_{\text{cp}} = 272 \cdot 0,73 / 0,85 = 233,6 \text{ кВА}$$

мұндағы, $\Sigma P_{\text{уст}}$ – бетон дайындау цехи қондырғыларының қуаты; $K_{\text{c,cp}}$ – 0,73 – сұраныс коэффициентінің орташа шамасы; $\cos\phi_{\text{cp}}$ – 0,85 – қуат коэффициентінің орташа шамасы.

Есептеп табылған $S_{\text{расч}}$ – 233,6 кВА қуаты негізінде, анықтама әдебиеттен, біз маркасы ТМ-250/6 майлы трансформатор таңдаймыз.

Кесте 2 – ТМ-250/6 трансформатордың техникалық көрсеткіштері

K/c	Трансформатор көрсеткіштері, өлшем бірлігі	Төлкүжатта берілгендері
1	Номиналды қуаты, кВА....	250
2	Номиналды кернеуі, кВ: а) ВН (жоғ.керн.) б) НН (төмен керн.)	6±5% 0,4
3	Қыска тұйықталу кернеуі, (Ик.з), %	3,5
4	Бос жүріс тоғы, (Ix.x), %	3,5
5	Куаттың жоғалуы, Вт: а) Рх.х б) Рк.з	1650 2600
6	Екінші орамасындағы номиналды тоғы, (12н), А	362

Нәтижелер және талқылау

Қосалқы станцияның схемасы желі конфигурациясымен және электр жүйесінің жұмыс режимімен аныкталады. Қосалқы станциядагы электр қосылысының схемасы, оны пайдаланудың барлық кезеңіндегі режимдік сипаттамасын белгілейді, сенімді жұмыс істеуін, желідегі режимдік ерекшеліктерді қамтамасыз етуі тиіс [10].

Кентау трансформатор зауытының бетон дайындау цехының электрлік сұлбасына есептік зерттеу жұмыстары жүргізілді, бетон цехының электр жүктемесі есептелініп, негізгі электр қондырғылары (күштік трансформаторлар, ажыратқыштар, айырғыштар, қыска тұйықтағыштар, белгіштер, релелік қорғаныс аппараттары) таңдалды.

Қосалқы станцияның электр қондырғыларын таңдау мен тексеру үшін үшфазалық қыска тұйықталу тоғы анықталды, релелік қорғаныс аппараттарының параметрлерін есептеу үшін қыска тұйықталу токтарын есептеу сұлбасы құрастырылды.

Қорытынды

Кентау трансформатор зауытының қосалқы станциясының тарату құрылғылары трансформаторлармен блокты схема бойынша қосылған. Бұл схемада ажыратқыштар, оперативті ажыратқыштар саны аз, ал оперативті айырғыштар мүлдем жоқ. Желі-трансформатор блогында трансформатор

немесе желі істен шықса, немесе жөндеу кезінде барлық блок жұмыс істей алмайды, сондықтан тарату құрылғысының схемасын өзгертіп, біршама сенімді, икемді, автоматтандыруға ынғайлыш, әрі жинақтаушы шиналардың бір жүйесінде апат болғанда электртремен жабдықтауда үзіліс болдырмайтын көпірлік схемага ауыстыру ұсынылды.

Пайдаланған деректер тізімі

1 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона : учебник [Текст]. – М. : ACB, 2011. – 500 с.

2 **Рожков, Л. Д.** Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник [Текст]. – М. : Роди Софт, 2015. – 242 с.

3 **Петрова, С. С.** Проектирование электрической части станций и подстанций : учебное пособие [Текст]. – Л. : ЛПИ, 2009. – 270 с.

4 **Маньков, В. Д.** Основы проектирования систем электроснабжения : учебник [Текст]. – СПб., 2010. – 664 с.

5 **Балаков, Ю. Н., Мириханов, М. Ш.** Проектирование схем электроустановок : учебное пособие. – М. : МЭИ, 2009. – 288 с.

6 **Ополева, Г. Н.** Схемы и подстанции электроснабжения : учебное пособие [Текст]. – М. : ФОРУМ-ИНФРА-М, 2008. – 480 с.

7 **Киреева, Э. А., Цырук, С. А.** Современные комплектные трансформаторные подстанции и распределительные устройства напряжением 6(10)-35-0,4 кВ : учебное пособие [Текст]. М. : Энергоатомиздат, 2007. – 211 с.

8 **Крючков, И. П., Старшина, В. А.** Короткие замыкания и выбор электрооборудования [Текст]. – М. : МЭИ, 2012. – 568 с.

9 **Леньков, Ю. А.** Специальные вопросы электростанций : учебное пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ, 2008. – 132 с.

10 **Двоскин, Л. И.** Схемы и конструкции распределительных устройств : учебное пособие [Текст]. – М. : Энергоатомиздат, 2010. – 236 с.

References

1 **Bazhenov, Yu. M.** Tehnologiya betona : uchebnik [Concrete technology : textbook] [Text]. – M. : ASB, 2011. – 500 p.

2 **Rozhkov, L. D.** Elektrooborudovanie elektricheskikh stantsii i podstantsii : uchebnik [Electrical equipment of power stations and substations : textbook] [Text]. – M. : Rodi Soft, 2015. – 242 p.

3 **Petrova, S.S.** Proektirovaniye elektricheskoi chaste stantsii i podstantsii : uchebnoe posobie [Design of the electrical part of stations and substations : a tutorial] [Text]. – L. : LPI, 2009. – 270 p.

4 **Mankov, V. D.** Osnovy proektirovaniya system elektroustanovok : uchebnoe posobie [Fundamentals of power supply system design : a tutorial] [Text]. – SPb., 2010. – 664 p.

5 **Balakov, Yu. N., Misrihanov, M. Sh.** Proektirovanie shem elektroustanovok : uchebnoe posobie [Design schemes of electrical installation : tutorial] [Text]. – M. : MEI, 2009. – 288 p.

6 **Opoleva, G. N.** Shemy i podstantsii elektroustanovok : uchebnoe posobie [Schemes and substations of electricity supply : tutorial] [Text]. – M. : FORUM-INFRA, 2008. – 480 p.

7 **Kireeva, E. A., Tsyruk, S. A.** Sovremennye komplektnye transformatornye podstantsii i raspredelitelnye ustroistva napryazheniem 6(10)-35-0,4 kV : uchebnoe posobie [Modern complete transformer substations and switchgears with a voltage of 6 (10)-35-0,4 kV : tutorial] [Text]. – M. : Energoatomizdat, 2007. – 211 p.

8 **Kryuchkov, I. P., Starshinova, V. A.** Korotkie zamykaniya i vybor elektrooborudovaniya : uchebnoe posobie [Short circuits and selection of electrical equipment : tutorial] [Text]. – M. : MEI, 2012. – 568 p.

9 **Lenkov, Yu. A.** Spetsialnye voprosy elektroustanovok : uchebnoe posobie [Special issues of power plants : tutorial] [Text]. – Pavlodar : PGU, 2008. – 132 p.

10 **Dvoskin, L. I.** Shemy i konstruktsii raspredelitelnyh ustroistv : uchebnoe posobie [Schemes and designs of switchgears : tutorial] [Text]. – M. : Energoatomizdat, 2010. – 236 p.

Материал баспаға 12.06.21 түсті.

**O. Z. Альчинбаева¹, A. B. Bekbolatov²*

^{1,2}Междунадындык казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Республика Казахстан, г. Туркестан.
Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ БЕТОННОГО ЦЕХА КЕНТАУСКОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ЗАВОДА

Система электроснабжения Кентауского трансформаторного завода состоит из питающих, распределительных, трансформаторных и преобразовательных подстанций и связывающих их кабельных и воздушных сетей и токопроводов высокого и низкого напряжения. Система электроснабжения строится таким образом, чтобы она была надежна, удобна и безопасна в обслуживании и обеспечивала необходимое качество энергии и бесперебойность электроснабжения в нормальном и последаварийном режимах. В то же время система электроснабжения

должна быть экономичной по затратам, ежегодным расходам, потерям энергии и расходу дефицитных материалов и оборудования.

В статье произведен расчет схемы внутриводского электроснабжения, расчет и выбор электрической схемы бетонного цеха, выбор напряжения питающей сети завода, выбор мощности трансформаторов ГПП, расчет электроснабжения бетонного цеха, который включает в себя: распределение приемников по пунктам питания, определение расчетных нагрузок по пунктам питания, выбор сечений питающей сети по длительно допустимой токовой нагрузке и проверка их по потере напряжения, выбор силовой распределительной сети и аппаратов защиты.

Ключевые слова: цех по подготовке бетона, электроснабжение, электрическая подстанция, электрическая схема, силовой трансформатор, электрические сети.

**O. Z. Alchinbayeva¹, A. B. Bekbolatov²*

^{1,2}Khoja Ahmet Yasawi International Kazakh-Turkish University, Republic of Kazakhstan, Turkestan.
Material received on 12.06.21.

POWER SUPPLY OF THE CONCRETE WORKSHOP OF THE KENTAU TRANSFORMER PLANT

The power supply system of the Kentau Transformer Plant consists of power supply, distribution, transformer and converter substations and connecting cable and air networks and high-and low-voltage current pipelines. The power supply system is built in such a way that it is reliable, convenient and safe to maintain and provides the necessary energy quality and uninterrupted power supply in normal and post-accident modes. At the same time, the power supply system must be cost-effective in terms of costs, annual costs, energy losses, and the consumption of scarce materials and equipment.

In the article the calculation scheme in-plant electricity, the calculation and selection of electrical circuits concrete plant, the choice of supply voltage of the plant, the choice of power transformers GPP, the calculation of power supply concrete plant, which includes: the distribution of the receivers on the items of supply, determination of design loads for food items, a selection of cross-sections of the mains at the permissible current load and test them for loss of voltage, the choice of the power distribution network and protection devices.

Keywords: workshop for the preparation of concrete, electricity, electrical substation, electrical circuit, power transformer, electrical network.

<https://doi.org/10.48081/HSZH9561>

*А. Е. Анарбаев, Г. М. Садвокасов

Торайғыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

КОМПЬЮТЕР ТЕМІР ПАРАМЕТРЛЕРІ БАР ЭКРАН ARDUINO-ДА ЖАСАЛҒАН

Arduino-көсіби емес пайдаланушыларга бағытталған қарапайым автоматика және робототехника жүйелерін құруға арналған аппараттық және бағдарламалық жасақтаманың сауда белгісі.

Бағдарламалық болік бағдарламаларды жасауга, оларды құрастыруга және аппаратураны бағдарламалауға арналған тегін бағдарламалық қабықшадан (IDE) тұрады. Аппараттық құрал-бұл ресми ондіруші де, үшінші тарап ондірушілері де сататын монтаждалған ПХД жиынтығы. Жүйенің толық ашиқ архитектурасы Arduino онімдерінің жеселісін еркін кошірге немесе толықтыруга мүмкіндік береді.

Arduino автономды автоматика нысандарын құру үшін де, стандартты сымды және сымсыз интерфейстер арқылы компьютердегі бағдарламалық жасақтамага қосылу үшін де қолданыла алады.

Бағдарламалық болік бағдарламаларды жасауга, оларды құрастыруга және аппаратураны бағдарламалауға арналған тегін бағдарламалық қабықшадан (IDE) тұрады. Аппараттық құрал-бұл ресми ондіруші де, үшінші тарап ондірушілері де сататын монтаждалған ПХД жиынтығы. Толық ашиқ жүйенің архитектурасы Arduino онімдерін еркін кошірге немесе толықтыруга мүмкіндік береді [2].

Ол автономды нысандарды құру үшін де, сымды және сымсыз интерфейстер арқылы Бағдарламалық жасақтамага қосылу үшін де қолданылады. Электроника және бағдарламалау саласындағы білімнің ең төменгі шегі бар жсақшадан келген пайдаланушылар үшін қолайлы.

Кілтті создер: ПХД, LCD1602, Arduino Nano, DS18B20 сенсоры, I2C интерфейсі.

Кіріспе

Arduino-процессоры мен жады бар ең қол жетімді және функционалды тақта. Сондай-ақ, тақтада әртүрлі компоненттердің косуға болатын ондаған контактілер бар: шамдар, датчиктер, қозғалтқыштар және электр қуатымен

жұмыс істейтін барлық заттар. Сондай-ақ, Arduino-мен жұмыс істеу үшін қажетті бағдарламалық жасақтаманы орнату керек.

Arduino – бұл барлық құрылғыларды берілген алгоритм бойынша басқаратын бағдарламалық жасақтаманы жүктеуге болатын бағдарламаланатын тақта. Осылайша, сіз өз қолыңызben және өз идеяларыңызben жасалған бірегей класс гаджеттерінің шексіз санын жасай аласыз.

Arduino негізіндегі құрылғылар әртүрлі сенсорлар арқылы қоршаган орта туралы ақпарат ала алады және әртүрлі атқарушы құрылғыларды басқара алады. Arduino бағдарламасы қарапайым C++ тілінде жазылады, контактілерді енгізу/шығаруды басқару үшін қарапайым және қарапайым функциялармен толықтырылған. Егер сіз C++ тілін білсеңіз, Arduino жаңа әлемге есік болады, онда бағдарламалар компьютер жақтауларамен шектелмейді, қоршаган ортамен өзара әрекеттеседі және оған әсер етеді.

Материалдар және методтар

Темір параметрлері бар Экран-сіз екі модификация жасай аласыз. Қарапайым экран ол тек темір параметрлерін және функционалды нұсқасын қорсетеді. Функционалды нұсқа, өз кезеңінде, компьютердің параметрлерін қорсетеді, корпуста орнатылған желдеткіштердің қуатын реттейді және жарықтандыруды басқарады.

Open hardware monitor бағдарламасының көмегімен бұл деректер дисплейге шығарылады.

Жобада пайдаланылған компоненттер

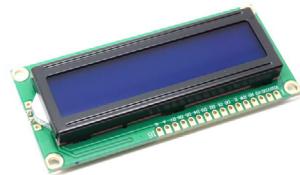
- Arduino Nano Тақтасы
- LCD1602 LCD модулін көрсету
- I2C интерфейсі
- DS18B20 сенсоры
- Орналасу ақысы
- Сымдар
- RGB таспа

Arduino Nano-Arduino UNO аналогы, ол 2–2,5 есе аз төлем факторымен ерекшеленеді. Қолеміне қарамастан, тақта күрделі схемаларды монтаждау арқылы жинауға мүмкіндік береді, бірақ орналасу сатысынан кейін колданыстағы үлгілер.



Сурет 1 – Arduino Nano

LCD 1602 дисплейі әр түрлі жобаларда таңбалар жолдарын шығару үшін жақсы таңдау болып табылады. Бұл арзан, әр түрлі түстемен әр түрлі модификациялар бар, сіз Ардуино эскиздеріне дайын кітапханаларды оңай жүктей аласыз. Бірақ бұл экранның ең маңызыды кемшілігі-дисплейде 16 сандық Шығыс бар, олардың кем дегенде 6-ы міндетті болып табылады. Сондықтан, i2c жоқ LCD экранын пайдалану Arduino Uno немесе Nano тақталарына үлкен шектеулер қосады.



Сурет 2 – Дисплей LCD 1602

I2C интерфейсі-бұл Philips компаниясы жасаған және жоғары жылдамдықты деректерді беру, арзан және қарапайым интерфейстердің арқасында кең тараған желілік сериялық интерфейс.

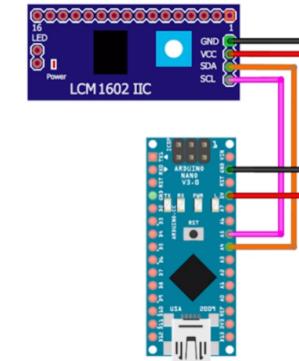
DS18B20 бұл сандық температура өлшегіші, 9–12 биттік турлендіру ажыратымдылығы және температураны бақылау дәбылды функциясы бар. Басқару параметрлерін пайдаланушы орната алады және сенсордың өзгермейтін жадында сакталады. Куат сенсоры сыртқы көзді пайдаланбай, деректер желісінен тікелей алынуы мүмкін. Бұл режимде сенсордың қуаты паразиттік контейнерде сақталған энергиядан келеді. Температураны өлшеу диапазоны -55-тен +125 °C-қа дейін, -10-дан +85 °C-қа дейінгі диапазон үшін қателік 0,5 °C-тан аспайды [1].



Сурет 3 – Датчик DS18B20

Нәтижелер және талқылау

Сонымен, экранның қарапайым нұсқасын жинау үшін сізге тек Arduino Nano және драйвері бар LCD дисплей қажет. Біз оларды диаграммада көрсетілгендей байланыстырамыз.



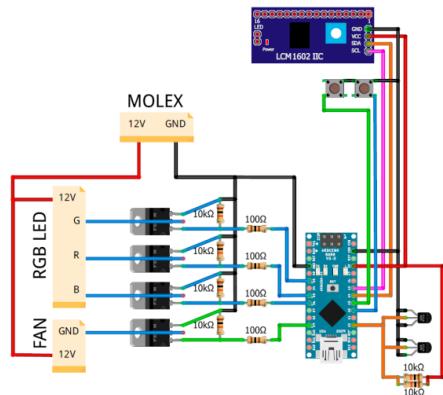
Сурет 4 – Схема № 1

Енгізіп жатырмын софт. Содан кейін жұмыс істеу үшін қосымшаны Open Hardware Monitor компьютеріне жүктеу керек. Бұл бағдарлама біз үшін пайдалы, өйткені оның қажеттіліктері үшін қайта жазуға болатын ашық көзі бар.

Бағдарламамен жұмыс.

- OpenHardwareMonitor Бағдарламасын Іске Қосыңыз.exe
- Options / Serial / Run-Arduino қосылу
- Options / Serial / Config-жұмыс параметрлерін реттеу
- PORT address – Arduino (USB)
- TEMP көзі-Температура (процессор, бейне карта, сенсор 1, сенсор 2)
- Fan min, FAN max-желдеткіштердің минималды және максималды жылдамдығы %
- TEMP min, TEMP max – минималды және максималды температура, градус Цельсий
- Manual FAN-қолмен желдеткіш жылдамдығын басқару % [2]

Экранның функционалды нұсқасы әлдеқайда қызықты. Оны жасау үшін сізге 4 транзистор, 4 терминал блогы, 4 резистор және Arduino тақтага дәнекерлеу керек (сурет-4).



Сурет 5 – Схема №2

Көріткінділар

Монитор дұрыс жұмыс істеуі үшін Arduino-да микробағдарламаны жүктеу жеткіліксіз. Компьютердің нақты уақыттағы параметрлерін алу үшін оны Open Hardware Monitor бағдарламасымен қосу керек. Менің ойымша, темір параметрлері бар Экран компьютерлерге арналған компоненттерді жақсы көретін адамдар үшін қызықты. Өйткені, компьютердің температурасы мен қуатын біletін адамдарда қызып кету және темір проблемалары болмайды.



Сурет 6 – Готовый экран

Список использованных источников

- 1 <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperatury-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html> [Электронный ресурс].
- 2 <https://alexgyver.ru/pcdisplay> [Электронный ресурс].

- 3 <http://ru.feasywifi.com/uploads/201713049/PDF/29.pdf> [Электронный ресурс].
- 4 <https://radiomart.kz/cvetodiody-/4852-svetodiodnaya-lenta-s-adresaciej-ws2812b-rgb-30-led-1metr.html> [Электронный ресурс].

References

- 1 <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperatury-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html> [Electronic resource].
- 2 <https://alexgyver.ru/pcdisplay/> [Electronic resource].
- 3 <http://ru.feasywifi.com/uploads/201713049/PDF/29.pdf> [Electronic resource].
- 4 <https://radiomart.kz/cvetodiody-/4852-svetodiodnaya-lenta-s-adresaciej-ws2812b-rgb-30-led-1metr.html> [Electronic resource].

Материал баспаға 12.06.21 түсті.

*А. Е. Анарбаев, Г. М. Садвокасова

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ЭКРАН С ПАРАМЕТРАМИ ЖЕЛЕЗА КОМПЬЮТЕРА СДЕЛАННАЯ НА ARDUINO

Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей.

Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino.

Arduino может использоваться как для создания автономных объектов автоматики, так и подключаться к программному обеспечению на компьютере через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы.

Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет

свой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать [2] или дополнять линейку продукции Arduino.

Используется как для создания автономных объектов, так и подключения к программному обеспечению через проводные и беспроводные интерфейсы. Подходит для начинающих пользователей с минимальным входным порогом знаний в области разработки электроники и программирования.

Ключевые слова: печатная плата, LCD1602, Arduino Nano, Датчик DS18B20, интерфейс I2C

*A. E. Anarbayev, G. M. Sadvokasova

Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 12.06.21.

SCREEN WITH PC HARDWARE PARAMETERS MADE ON ARDUINO

Arduino is a brand of hardware and software tools for building simple automation and robotics systems, aimed at non-professional users.

The software part consists of a free software shell (IDE) for writing programs, compiling them, and programming hardware. The hardware part is a set of mounted printed circuit boards sold by both the official manufacturer and third-party manufacturers. The fully open architecture of the system allows you to freely copy or supplement the Arduino product line.

Arduino can be used both to create autonomous automation objects, and to connect to software on a computer via standard wired and wireless interfaces.

The software part consists of a free software shell (IDE) for writing programs, compiling them, and programming hardware. The hardware part is a set of mounted printed circuit boards sold by both the official manufacturer and third-party manufacturers. The fully open architecture of the system allows you to freely copy [2] or complement the Arduino product line.

It is used both for creating standalone objects and connecting to software via wired and wireless interfaces. Suitable for novice users with a minimum input threshold of knowledge in the field of electronics development and programming.

Keywords: printed circuit board, LCD1602, Arduino Nano, DS18B20 sensor, I2C interface.

<https://doi.org/10.48081/DJLB3547>

***Д. Н. Асенов, Э. К. Темирканова**

Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В статье рассмотрены основные современные подходы прогнозирования потребления электрической энергии, применяемых в мировой энергетике, в том числе автономное использование моделирования нейросетей. Проведен структурный анализ современных методов формирования математической модели электроэнергетических систем и разработка интеллектуальной информационной системы мониторинга потребления электроэнергии. Изучены основные классические методы проведения прогноза (аналитический, статистический, вероятностный), выявлены их недостатки и уязвимые стороны. Проанализирована вероятность эффективности применения существующих моделей прогнозирования для электроэнергетических систем Республики Казахстан. Разработан список целевых задач, которые нуждаются в реализации алгоритмами прогнозирования потребления электроэнергии на различных объектах.

Ключевые слова: прогнозирование, электрическая энергия, математическое моделирование, аналитический метод, вероятностный метод, статистический метод.

Введение

При расчете технико-экономической целесообразности внедрения энергосберегающих мероприятий необходимо использовать математическое моделирование интересующего объекта для прогнозирования потребности в энергоресурсах. Существующие современные пути прогнозирования потребления электрической энергией предлагают системный подход к определению ожидаемого спроса на энергоресурсы основываясь на детерминированных и вероятностных методах [1]. Применения технологий многомерной регрессии и нейросетевого анализа дают формулировку прогноза спроса на электроэнергию в рамках изолированной энергосистемы города.

С точки зрения проблемы прогнозирования потребности энергосистем и комплексов в электроэнергии, предметом настоящего научного исследования является анализ технологических процессов, регистрирующих и обрабатывающих первичную информацию. Все более актуальным становится создание методов и математических моделей обработки данных потребления электрической энергии в системах автоматического учета. Поэтому необходимо исследовать математический аппарат для расчета прогнозируемого топливно-энергетического баланса с учетом системы сбора дополнительной информации. В то же время модернизация систем измерения энергии в обозримом будущем вызывает сомнения в связи с высокими экономическими затратами и технической сложностью дооснащения важных технологических узлов.

Прогнозирование электропотребления осуществляется посредством различных методов [4], основанных на анализе ретроспективной динамики электропотребления и действующих на него факторов, выявлении статистической связи между признаками и на построении прогнозных моделей с использованием различных методов и программных средств.

Классические способы прогнозирования нагрузки можно разделить на три вида [7]:

- методы аналитического прогнозирования;
- методы статистического прогнозирования;
- методы вероятностного прогнозирования.

Используя аналитические методы [9], основанные на выявленных закономерностях (ассоциации прогнозируемых объектов и факторов, которые на них влияют), можно создать модель, которая представлена системой математических уравнений. Согласно этой модели, прогнозируемые значения изучаемого явления (например, уровень нагрузки) используются с определенной комбинацией прогнозных фоновых факторов. Аналитические методы также известны как объективные, экспликативные и казуальные. Аналитическое (математическое) моделирование работает тогда, когда существует известная модель прогноза. При прогнозировании динамики системы с помощью этого метода необходимо получить полное описание всех характеристик, а также взаимосвязей и зависимостей системы от внешних факторов.

Потребность в вероятностных прогнозах зависит от сильных внутренних и внешних факторов, которые по своей природе случайны. Методы вероятностного прогнозирования включают такие основные методы, как: статистический градиент, тест Байеса, фильтрация, гипотеза и другие. Фильтры используются для получения непрерывных прогнозов. Фильтры Винера-Хопфа используются для прогнозирования стационарных процессов, а фильтры Калмана используются для переходных процессов. Уравнение Винера-Хопфа - один из важнейших результатов теории

фильтрации Колмогорова-Винера. Известно, методы, построенные на основе данного уравнения, позволяют определять оптимальные параметры фильтра, обеспечивающего воспроизведение полезного сигнала из некоррелированного шума с минимальной среднеквадратической ошибкой.

Статистические методы [8] довольно точны при прогнозировании суточного графика нагрузки в будние дни, но отсутствие гибкости в структуре и невозможность анализировать нагрузки в праздничные или другие дни являются их главными недостатками. Статистические методы включают несколько множественных моделей линейной и нелинейной регрессии, а также методы, построенные на основе авторегрессионных моделей с линейным и экспоненциальным сглаживанием. Метод прогнозирования на основе регрессии с использованием регрессионного анализа (множественная регрессия) является одним из наиболее широко используемых статистических методов. При построении множественной регрессии основным шагом является выбор наиболее важных факторов, которые повлияют на результирующую функцию. Этот способ в построении модели множественной регрессии основан на качественном теоретическом анализе в сочетании со статистическими методами.

Методы исследования

В качестве эталонного подхода прогнозирования для анализа, выделим метод прямой интеграции. Недостатком этого метода является необходимость обработки большого количества информации, что требует высоких энергозатрат и времени, а также частичная неопределенность исходных данных [1]. Несмотря на то, что методы расчета и прогнозирования электрических энергосистем очень чувствительны к качеству информации, полное оснащение их устройствами сбора данных часто технически неэффективно и экономически неоправданно. В результате формируется ряд информационных и вычислительных ошибок. Возникновение подобных ошибок связано с недостаточной надежностью и качеством данных, полученных при измерениях. Система автоматического измерения и диспетчерского контроля потребления электроресурсов может иметь частичную или полную степень погрешности [2]. В этом случае измерения следует проводить с учетом допустимых ошибок и частотой, определяемой в соответствии с требованиями к точности и надежности, необходимыми для формирования высококачественного прогнозируемого спроса на энергоресурсы.

Например, прогнозируемая потребность в электроресурсах рассчитывается по методике, рекомендованной Министерством энергетики Республики Казахстан. Все эти расчеты основаны на детерминированном подходе, учитывающем только реальные технические и технологические параметры сети: состав, схемы, основные расчетные режимы и т. д. Недостатком использования этих методов является

сложность прогнозирования потребления электроэнергии на короткий срок. Преимуществом же является учет случайных и внепроектных режимов.

Одним из основных методов исследования был выбран метод построения математических моделей системы прогнозирования объемов потребления электроэнергии.

Задача определения прогнозируемого значения может иметь значительное количество вариантов решения, отличающихся применяемым математическим методом, в качестве которого было решено использовать регрессионный анализ, в формулы которого введем поправочный коэффициент [3]. Он будет учитывать изменения наиболее значимых для энергопотребления показателей работы предприятия, среди которых выделяются:

- увеличение прибыли организации в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, в %;

- увеличение стоимости имеющихся основных производственных фондов в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, в %;

- увеличение общей численности персонала предприятия в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, в %.

Значение, которое будет высчитываться по методу регрессионного анализа (подробно будет рассмотрен ниже), должно быть умножено на поправочный коэффициент, рассчитываемый на основе значений, указанных трех показателей. Для учета различных по своей природе, и даже структуре, показателей в квалиметрии традиционно их подвергают следующим операциям:

- нормализации (обычно все показатели приводят к безразмерному виду, например, делением на максимальное значение, которое вообще в принципе может наблюдаться для каждого показателя);

- взвешиванию (обычно простым умножением весового коэффициента на значение показателя – если он усиливающий, стимулирующий, или умножением весового коэффициента на обратную к показателю величину – если он понижающий);

- свертке (объединение в единый общий результат всех отдельных нормализованных и взвешенных показателей).

Эти операции могут выполняться многими способами, среди которых наиболее часто используются следующие три комбинации, которые выражаются следующими формулами:

- мультипликативная формула:

$$x_i = \frac{\prod_{k=1}^{l_1} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik})}{\prod_{k=l_1+1}^{l_1+l_2} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik}^{-1})},$$

где l_1 – количество входных показателей, при увеличении которых повышается значение x_i , такие показатели будем называть стимулирующими, усиливающими (показатели-стимуляторы);

ρ_{ik} – коэффициент для приведения к единой мере (размерности) k -того показателя, нормализующий множитель, который часто рассчитывается как $1/u_{ik \max}$.

При таком подходе также следует рассматривать константу l_2 – количество входных показателей, при уменьшении которых повышается прогнозируемое значение x_i (их будем называть дестимулирующими, показатели-дестимуляторы, понижающие). Справедливо соотношение:

$$l_1 + l_2 = l.$$

Отметим, что все 3 показателя, приведенные в начале данного подраздела, являются стимулирующими (увеличение выработки продукции и прибыли, покупка нового оборудования и прием на работу новых сотрудников будут увеличивать энергопотребление в сравнении с предыдущими периодами).

- формула на базе теории аддитивной полезности:

$$x_i = \frac{\sum_{k=1}^{l_1} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik})}{\sum_{k=l_1+1}^{l_1+l_2} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik}^{-1})};$$

- формула согласно теории адаптивной полезности:

$$x_i = \sum_{k=1}^{l_1} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik}) + \sum_{k=l_1+1}^{l_1+l_2} \left(\frac{w_{ik}}{u_{ik} \cdot \rho_{ik}} \right). \quad (1.1)$$

Последний вариант и взят в данной работе за основу. Конкретнее, методика моделирования состоит из трех шагов:

- вычисление относительных значений каждого показателя (т.е. приведение к единой мере), то есть это аналог вычисления произведений $u_{ik} \cdot \rho_{ik}$;

- вычисление общего показателя роста x_i путем умножения каждого нормализованного показателя на его весовой коэффициент и суммирования в соответствии с формулой (1.1);

- поправка прогнозируемого значения энергопотребления, полученного по методу регрессионного анализа, путем умножения, соответствующего значение на поправочный коэффициент x_i , который также нормализуется, согласно формуле (1.2):

$$E_i = E_{\partial\partial\partial} \cdot \left(1 + \frac{x_i}{x_m} \right) \quad (1.2)$$

где E_{per} – значение энергопотребления, полученное по методу регрессионного анализа.

Рассмотрим далее существующий подход к построению прогнозов, который эффективно используется в таком разделе математической статистики, как регрессионный анализ. В рассматриваемом случае, имеем определенное изменение энергопотребления во времени. Говоря строго математическим языком одна величина E (потребление электроэнергии за месяц) зависит от другой величины t (времени). Поскольку сейчас будет рассматриваться известный блок материала из области регрессионного анализа, то, как принято в этой области, для аргумента будем временно использовать обозначение x , а для функции – y . После установки финального вида формулы, которая будет использоваться в данной работе, вернемся к обозначениям t , E .

Итак, задачи воспроизведения такой функциональной зависимости между одной величиной (аргументом) и другой (функции) являются типичными для раздела математической статистики, называется регрессионным анализом. Сам вид этой функциональной зависимости называется регрессией (или уравнением регрессии). Иногда название уточняют словом «одномерная», если надо подчеркнуть, что исходная величина зависит только от одной входной.

В общем случае предметом поиска в регрессионном анализе может быть не только функция одной переменной. Из математического анализа хорошо известные функции многих переменных, которые также широко используются в регрессионном анализе, если необходимо установить зависимость одной исходной величины от нескольких входных аргументов. Такая задача называется множественной регрессией (или установлением уравнения множественной регрессии). Рассмотрим эти задачи подробнее.

Как указано выше, в практических исследованиях часто возникает необходимость установления зависимости между одной исходной величиной и набором входных параметров, влияющих на значение этой величины.

Результатом является функция многих переменных:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

В простейшем и наиболее распространенном случае рассматривается зависимость выходной переменной от одного аргумента:

$$y = f(x). \quad (1.3)$$

Функция (1.3) может быть более или менее сложной, в зависимости от явления, которое рассматривается. В простейшем случае функция (1.3) представляется линейной зависимостью:

$$y = ax + b, \quad (1.4)$$

где коэффициенты a и b должны быть определены на основе экспериментальных данных о процессе моделируемой системы.

Например, выполнено несколько экспериментальных замеров величины y_i при заданной величине x_i - рис. 1.1, показанные точками.

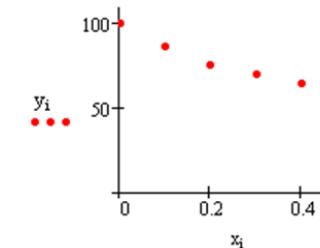


Рисунок 1.1 – Функциональная зависимость, близкая к линейной

Как уже сказано выше, можно выполнить аппроксимацию линейной зависимостью (1.4) (и которая показана пунктиром на рис. 1.1). Возможно, более адекватно отражала бы явление квадратичная зависимость (или какие-либо другие варианты функциональной зависимости), но с математической точки зрения, как самая простая, взята именно линейная зависимость (1.4).

Выбрать конкретные коэффициенты можно по методу наименьших квадратов: следует рассмотреть отклонения $\varepsilon_i = (y_i - (ax_i + b))$ и найти минимум суммы квадратов таких невязок: $\sum \varepsilon_i^2 \rightarrow \min$.

Из этого требования следует система двух уравнений, из которой можно определить коэффициенты линейной регрессии:

$$\begin{cases} a \sum x_i^2 + b \sum x_i = \sum x_i y_i \\ a \sum x_i + bn = \sum y_i \end{cases} \rightarrow a = \frac{\sum x_i y_i - x_{cp} y_{cp}}{n - \sum x_i^2 - (x_{cp})^2}; \quad b = y_{cp} - ax_{cp} \quad (1.5)$$

Ввиду сложности (непрактичности) формул квадратичной и более высоких порядков регрессии, в работе будем применять именно линейную регрессию (1.5), размерность которой также выбираем равной единице (наиболее простое значение), так как фактически необходимо установить зависимость функции только от одной величины – времени.

Результаты исследования

Таким образом, при использовании языка общего назначения, реализовывать целесообразно только одномерную линейную регрессионную модель, поэтому в качестве основы для написания программного обеспечения принимается зависимость (1.4), коэффициенты которой определяются по формулам (1.5).

Использование блок-схем алгоритмов расчета коэффициентов линейной регрессии, которые приведены на рис. 1.2, позволяет начинать процесс

реализации программной системы, проекта программного обеспечения, предназначенного для моделирования процесса потребления электрической энергии во времени.

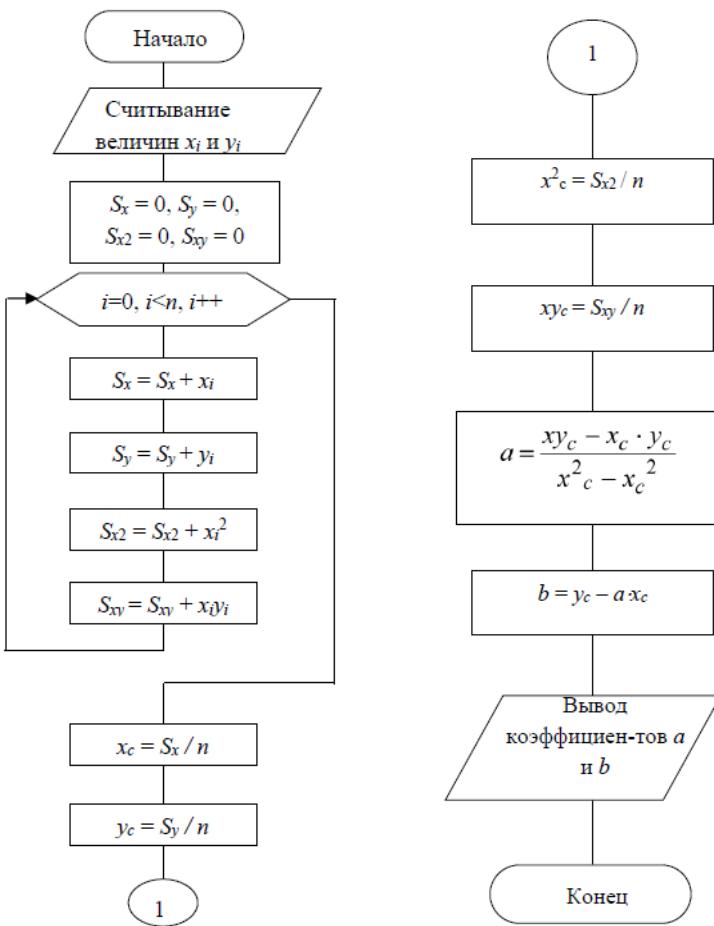


Рисунок 1.2 – Алгоритм расчета линейной регрессии

Рассмотрение сути предложенного нового подхода к моделированию будущих состояний процесса энергопотребления, заключается в объединении формул (1.1) – (1.2) с моделью (1.4) – (1.5). Соответствующая формула приводится ниже, и получена она путем подстановки (1.5) в (1.4), а затем использованием результата в (1.2), куда также подставлена (1.1):

$$E_i = \left(\frac{\sum t_i E_i - t_{cp} E_{cp}}{\sum t_i^2 - (t_{cp})^2} (t - t_{cp}) + E_{cp} \right) \left(1 + \frac{\sum_{k=1}^{l_1} (u_{ik} \cdot \rho_{ik} \cdot w_{ik}) + \sum_{k=l_1+1}^{l_1+l_2} \left(\frac{w_{ik}}{u_{ik} \cdot \rho_{ik}} \right)}{\sum_{k=1}^{l_1+l_2} w_{ik}} \right) \quad (1.6)$$

Кроме самой математической процедуры вычисления коэффициентов линейной регрессионной модели (1.3), также необходимы некоторые простые (технического характера) вещи, связанные с вводом-выводом данных [5]. Учитывая статистический характер работы данного программного обеспечения, ему необходимы определенные входные данные, имеющие небольшой объем и представляют собой значения энергопотребления данного предприятия, которые наблюдались в течение нескольких предыдущих месяцев. Учитывая, что количество месяцев не может быть очень большим (максимально – несколько десятков), целесообразно организовать простой ручной ввод этих значений в соответствующие текстовые поля, что и реализовано в работе - рис. 1.3, строка в верхней части окна программы. Также в программе реализована возможность загрузки из базы данных значений энергопотребления последних месяцев для некоторых ранее введенных в базу предприятий. Тогда делать для них прогноз можно на основе изменения значений показателей, исследуя, как изменяются предполагаемые значения, если изменить условия, в которых находится сейчас данное предприятие.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Месячное потребление электроэнергии, кВт·ч	290	305	302	317	324	360	309	370	355	

Увеличение прибыли организации в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, %: 10 *

Увеличение стоимости имеющихся основных производственных фондов в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, %: 5 *

Увеличение общей численности персонала предприятия в последнем отчетном месяце по сравнению с предыдущим, %: 6 *

Рассчитать!

Рисунок 1.3 – Внешний вид экрана разработанного программного обеспечения для ввода информации

Принимая во внимание специфику проектируемого программного продукта (который должен предоставить прогноз энергопотребления на предстоящий период на основе набора статических входных данных), можно сделать вывод, что у него должно быть два основных экрана: для сбора информации и для отображения результатов прогнозирования. Таким

образом, если классифицировать интерфейс, то, несмотря на сложность самой задачи, решаемой в работе, интерфейс хотя и является графическим, но достаточно простым и может быть отнесен к пакетным.



Рисунок 1.4 – Алгоритм работы пользователя с проектируемым ПО

Внешний вид окна для ввода выходных данных показан на рис. 1.5. После введения всех необходимых данных пользователь должен инициировать процесс расчета, для чего используется специальная кнопка «Рассчитать». После нажатия на нее происходит расчет по формулам, описанным выше (1.6), а результат выдается пользователю в виде простого скалярного значения энергопотребления, которое, как прогнозируется, будет наблюдаться на заданном предприятии в следующем месяце. Заметим, что график на рис. 1.5 генерируется динамически, в соответствии с количеством месяцев наблюдения.

Прогнозируемое потребление: 474 кВт*ч

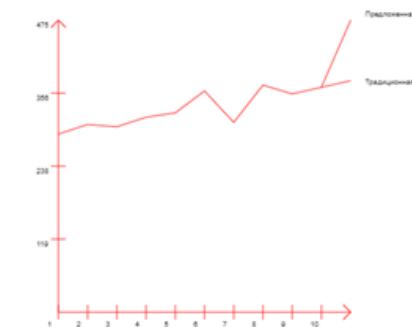


Рисунок 1.5 – Экран программного обеспечения для вывода информации

Программное обеспечение написано на языке JavaScript (основные расчеты), с использованием языка PHP для доступа (в том числе по технологии AJAX) к серверной базе данных, в качестве которой выбрана MySQL [6]. Еще одной особенностью программной реализации является использование базы данных для хранения информации об энергопотреблении некоторых «стандартных» предприятий. К базе данных выполняется два вида запросов:

- select ConsumerName from consumers;
- для считывания всего перечня предприятий, для которых имеются данные по энергопотреблению в базе, этот запрос выполняется один раз при загрузке страницы;

- SELECT ConsumptionValues FROM consumptions, consumers WHERE consumptions.ConsumptionConsumer=consumers.ConsumerID AND consumers.ConsumerName='\$_POST[«consumer»]';

- для получения энергопотребления избранного предприятия, этот запрос выполняется при каждом AJAX-запросе.

Выводы

В данной статье был рассмотрен анализ современных подходов прогнозирования потребления электрической энергией с применением технологий математического моделирования. В ходе работы были выявлены основные недостатки и преимущества существующих методов прогнозирования (аналитическое, статистическое, вероятностное). На основе исследования и разбора слабых сторон, приведены рекомендации по повышению качества.

Тестирование показало, что программное обеспечение работает без очевидных системных ошибок, стablyно выполняя задачу, поставленную в данной работе.

Результаты моделирования оценивались следующим образом:

- рассчитывалось прогнозное значение энергопотребления для последнего месяца только на основе традиционной регрессионной модели.
- рассчитывалось прогнозное значение энергопотребления для последнего месяца на основе регрессионной модели, скорректированной в соответствии с предложенной новой формулой (1.6);

Из чего следует вывод, что программное обеспечение может применяться для более точной оценки объемов потребления электрической энергии будущих периодов по сравнению с традиционными статистическими методами регрессионного анализа.

Выходы

В данной работе был рассмотрен анализ современных подходов прогнозирования потребления электрической энергией. В результате чего были изучены алгоритмы, позволяющий тестировать и прогнозировать потребление электро ресурсов. Были рассмотрены основные модели прогнозирования и выявлены их недостатки и риски применения, по результату чего были предложены рекомендации по их совершенствованию. В работе также представлено детальное описание применяемого программного обеспечение для формирования математической модели анализа подходов прогнозирования потребления электроэнергии. Детально разбраны составляющие внутренней структуры программного обеспечения. Из чего был сделан вывод, что программное обеспечение может применяться для более точной оценки объемов потребления электрической энергии будущих периодов по сравнению с традиционными статистическими методами регрессионного анализа

Список использованных источников

1 Гужов С.В. Прогнозирование спроса на электрическую энергию изолированной энергетической системой города // Энергетическая политика. Москва, 2020.

2 Билалова А. И. Прогнозирование потребления электрической энергии электротехническим комплексом городской электрической сети // Прогнозирование потребления электрической энергии электротехническим комплексом городской электрической сети. Ульяновск, 2019.

3 Доманов, В.И. Прогнозирование объемов энергопотребления в зависимости от исходной базы // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2016. - №2. – С.42-46.

4 Щелкалин В.Н. Трендовый и декомпозиционный подходы прогнозирования процессов потребления электроэнергии / В.Н. Щелкалин, А.Д. Тевяшев // Вост. Европ. журн. передовых технологий. – 2011.

5 Шумилова Г.П. Прогнозирование нагрузки ЭЭС на базе новых информационных технологий / Г.П. Шумилова, Н.Э. Готман, Т.Б. Старцева // Новые информационные технологии в задачах оперативного управления электроэнергетическими системами: Сб. научн. тр. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002.

6 Чернецов В.И. Прогнозирование потребления электрической энергии с использованием нейронных сетей / В.И. Чернецов, Е.Н. Казаковский // Надежность и качество: Междунар. сб. научн. тр. – 2006.

7 Alfares H.K. Electric load forecasting: literature survey and classification of methods / H.K. Alfares, M. Nazeeruddin // International Journal of Systems Science. – 2002.

8 Галустов Г.Г. Статистические прогнозные математические модели: учебн. пособие. / Г.Г. Галустов, С.П. Бровченко, С.Н. Мелешкин. – Таганрог, 2011.

9 Поляхов Н.Д., Приходько И.А., Ван Ефэн. Прогнозирование электропотребления на основе метода опорных векторов с использованием эволюционных алгоритмов оптимизации // Современные проблемы науки и образования. – 2013.

10 Чукреев Ю.Я. Прототип экспертной системы советчика диспетчера региональной ЭЭС // Новые информационные технологии в задачах оперативного управления электроэнергетическими системами: Сб. научн. тр. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002.

References

1 Guzhov S.V. Prognozirovaniye sprosa na elektricheskuyu energiyu izolirovannoy energeticheskoy sistemoy goroda // Energeticheskaya politika. [Forecasting the demand for electrical energy by the isolated energy system of the city]. Energeticheskaya politika. – Moscow, 2020.

2 Bilalova A.I. Prognozirovaniye sprosa na elektricheskuyu energiyu izolirovannoy energeticheskoy sistemoy goroda // Prognozirovaniye potrebleniya elektricheskoy energii elektrotehnicheskim kompleksom gorodskoy elektricheskoy seti.geticheskaya politika. [Forecasting the consumption of electrical energy by the electrical complex of the urban electrical network // Forecasting the consumption of electrical energy by the electrical complex of the urban electrical network]. – Ulyanovsk, 2019.

3 **Domanov, V.I.** Prognozirovaniye ob"yemov energopotrebleniya v zavisimosti ot iskhodnoy bazy // Promyshlennyye ASU i kontrollery. [Forecasting the volume of energy consumption depending on the initial base]. Promyshlennyye ASU i kontrollery. – 2016. – No2. – P. 42-46.

4 **Shchelkalin V.N.** Trendovyy i dekompozitsionnyy podkhody prognozirovaniya protsessov potrebleniya elektroenergii / V.N. Shchelkalin, A.D. Tevyashev [Trend and decomposition approaches to forecasting the processes of electricity consumption / V.N. Shchelkalin, A.D. Tevyashev] Vost. Yevrop. zhurn. peredovykh tekhnologiy. – 2011.

5 **Shumilova G.P.** Prognozirovaniye nagruzki EES na baze novykh informatsionnykh tekhnologiy / G.P. Shumilova, N.E. Gotman, T.B. Startseva // Novyye informatsionnyye tekhnologii v zadachakh operativnogo upravleniya elektroenergeticheskimi sistemami: Sb. nauchn. tr. [Forecasting the EPS load based on new information technologies / G.P. Shumilova, N.E. Gotman, T.B. Startseva // New information technologies in the tasks of operational management of electric power systems] Sb. nauchn. tr. – Yekaterinburg: UrO RAN, 2002.

6 **Chernetsov V.I.** Prognozirovaniye potrebleniya elektricheskoy energii s ispol'zovaniyem nevronnykh setey / V.I. Chernetsov, Ye.N. Kazakovskiy [Forecasting the consumption of electrical energy using neural networks / V.I. Chernetsov, E.N. Kazakovskiy] Nadezhnost' i kachestvo: Mezhdunar. sb. nauchn. tr. – 2006.

7 **Alfares H.K.** Electric load forecasting: literature survey and classification of methods / H.K. Alfares, M. Nazeeruddin // International Journal of Systems Science. – 2002.

8 **Galustov G.G.** Statisticheskiye prognoznyye matematicheskiye modeli: uchebn. posobiye. / G.G. Galustov, S.P. Brovchenko, S.N. Meleshkin [Statistical predictive mathematical models: textbook. allowance. / G.G. Galustov, S.P. Brovchenko, S.N. Meleshkin]. – Taganrog, 2011.

9 **Polyakho N.D., Prihod'ko I.A., Van Yefen.** Prognozirovaniye elektropotrebleniya na osnove metoda opornykh vektorov s ispol'zovaniyem evolyutsionnykh algoritmov optimizatsii [Forecasting power consumption based on the support vector method using evolutionary optimization algorithms] Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013.

10 **Chukreyev Yu.Ya.** Prototip ekspertnoy sistemy sovetchika dispatcher'a regional'noy EES // Novyye informatsionnyye tekhnologii v zadachakh operativnogo upravleniya elektroenergeticheskimi sistemami: Sb. nauchn. tr. – Yekaterinburg: UrO RAN, 2002. [The prototype of the expert system of the advisor to the dispatcher of the regional EPS // New information technologies in the tasks of operational control of electric power systems] Sb. nauchn. tr. – Yekaterinburg: UrO RAN, 2002.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*Д. Н. Асеков¹, Э. К. Темирканова²

^{1,2}Ғұмартекеев Даукеев атындағы Алматы энергетика

және байланыс университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ТҮТҮНҮҮН БОЛУФА АРНАЛҒАН ҚАЗІРГІ ТӘСІЛДЕРДІ ТАЛДАУ

Мақалада өлемдік энергетикада қолданылатын электр энергиясын түтүнүү болжасаудың негізгі заманауи тәсілдері, соның ішінде жүргік жесілдерін модельдеудің автономды қолданылуы қарастырылады. Электр энергетикалық жүйелерінің математикалық моделін қалыптастырудың және электр энергиясын түтүнүү болжасаудың интеллектуалды ақпараттық жүйесін жасаудың заманауи әдістеріне қырылымдық талдау жүргізілді. Болжасаудың негізгі классикалық әдістері (аналитикалық, статистикалық, ықтималдық) зерттелді, олардың кемшиліктепе мен осалдықтары анықталды. Қазақстан Республикасының электр энергетикалық жүйелері үшін болжамды модельдерді қолдану тиімділігінің ықтималдығы талданды. Эр түрлі нысандарда электр энергиясын түтүнүү болжаса алгоритмімен іске асыруды қажет ететін мақсатты тапсырмалардың тізімі жасалды.

Кілтті сөздер: болжасау, электр энергиясы, математикалық модельдеу, аналитикалық әдіс, ықтималдық әдіс, статистикалық әдіс.

*D. N. Assenov¹, E. K. Temyrkanova²

^{1,2}Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Republic of Kazakhstan, Almaty.
Material received on 12.06.21.

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES FOR FORECASTING ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION

The article discusses the main modern approaches to forecasting the consumption of electric energy used in the world energy industry,

including the autonomous use of neural network modeling. The structural analysis of modern methods of forming a mathematical model of electric power systems and the development of an intelligent information system for monitoring electricity consumption is carried out. The main classical methods of forecasting (analytical, statistical, probabilistic) are studied, their shortcomings and vulnerabilities are identified. The probability of the effectiveness of the existing forecasting models for the electric power systems of the Republic of Kazakhstan is analyzed. A list of target tasks that need to be implemented by algorithms for predicting electricity consumption at various facilities has been developed.

Keywords: forecasting, electrical energy, mathematical modeling, analytical method, probabilistic method, statistical method.

<https://doi.org/10.48081/CDXP6254>

***Г. Ә. Әкімбек, М. Б. Сатымгалиева, Б. Қ. Алияров**

F. Даукеев атындағы АӘЖБУ,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

ТОЗАҢ ДАЙЫНДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ДИІРМЕНДЕРІНІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҮНӘМДІЛІГІН АРТТАРЫ

Бұл мақалада тозаң дайындау жүйесінің діірмендерінің энергетикалық үнәмділігін арттыру бойынша негізгі ережелері баяндалған. Бірінші тарауда энергетикада қолданылатын діірмендер туралы жалпы мағлұмат көлтірілді. Диірмендер жекелеліп, олардың сипаттамалары, соның ішінде шарлы барабанды діірмендердің (ШБМ), балгалы діірмендердің, орташа жүрісті діірмендердің жетістіктері мен кемшиліктері баяндалған. Шарлы барабанды діірмендердің (ШБМ), балгалы діірмендердің, орташа жүрісті діірмендердің кемшиліктерін ескере көл, энергетикалық үнәмдеу маңсатында әрі арзап, әрі қарапайым үлгідегі жаңа діірменді ұсындық. Ұсынылған діірменнің мұмкіндіктері, ерекшеліктері және жалпы құрылышы туралы баяндадық.

Кілтті сөздер: тозаң, діірмен, әмбебап, ұсақтауыш, шарлы барабанды діірмендер, орташа жүрісті діірмендер, балгалы діірмендер, діірмен жеделеткіштер.

Kіріспе

Адамзаттың өмірі үшін энергия айтарлықтай маңызды қызметтер атқарады. Энергия негізгі мұқтаждықтарды қанағаттандырады және экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды бөлігі болып есептеледі. Жылуенергетикалық қондырғылардың тиімділігі, қауіпсіздігі, сенімділігі және үнәмділігі көбіне отынның жануы арқылы, сонымен қатар жылуды өндіруші қондырғыларды, жылу және электр жүйесін, қондырғылар мен аспаптарды дұрыс тандау арқылы анықталады. Жылу және электр энергиясын өндіру және тарату жүйесін тиімдендіру және энергияны үнәмдеу, энергетикалық және су балансына түзетулер енгізу жылу энергетиканың даму болашағын жоғарылатады, сонымен қатар экономикалық көрсеткіштерді арттырады.

Тозаң дайындау жүйесінің үнәмділігін арттыру және отын камерасының жанарғыларына дайын тозаң беру үшін қажетті жабдықтардың жиынтығы болып табылады.

Қазандықтарды отынмен қамтамасыз ету принципі бойынша тозаң дайындау жүйелері орталық және жеке болып бөлінеді. Бірінші жағдайда тозаң электр станциясының барлық қазандықтары үшін жеке гимаратта (орталық тозаң зауыты) орнатылған жабдықта алынады, ал бу қазандықтарына тозаң тасымалдау тозаң өткізгіштері бойынша қамтамасыз етіледі. Екіншісінде – тозаң әрбір қазандықта тікелей орналасқан жабдықта алынады. Бұл ретте, сондай-ақ тозанды көрші агрегаттарға жіберу мүмкіндігі көзделеді, бұл қазандықтардың тозаңмен қамтамасыз етілу сенімділігін арттырады.

Материалдар мен әдістер

Кез келген тозаң жүйесінің негізгі қондырғысы қемір ұнтақтаушы дірмен болып табылады. Қемірді ұнтақтайтын дірмендер отынды ұнтақтаудың қолданылатын принципі бойынша және дірменнің жылжымалы бөлігінің айналу жиілігі бойынша ерекшеленеді.

Барлық дірмендерді бірнеше бағыт бойынша жіктеуге болады:

- 1) Отынды ұнтақтаушы принципі бойынша
 - Бөлшектер бойынша ұнтақтаушы органдардың соққысы
 - Ұсақ органдар арасындағы бөлшектердің үйкелуі
 - Арапас (соққы + үйкеліс)
- 2) Диірменнің ұнтақтаушы органдарының айналу жиілігі бойынша
 - Жылдам жүретін дірмендер
 - Орташа жүрісті дірмендер
 - Тыныш дірмендер
- 3) Құрылымы бойынша

Кесте 1 – Диірмендер түрі кестесі

№	Диірмен түрі	Айналу жиілігі айн/мин	Жұмыс істеу принципі
1	Шарлы барабанды дірмендер (ШБМ)	16-24	соққы + үгіту
2	Балғалы дірмендер (ММ)	600-1000	соққы + үгіту
3	Орташа жүрісті дірмендер (СМ)	50-300	үгіту
4	Диірмен желдеткіштер (М-В)	600-1500	соққы

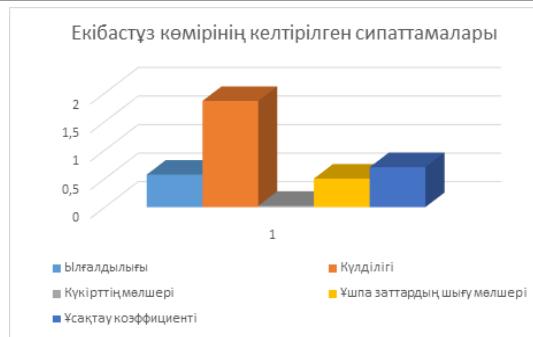
Шарлы барабанды (ШБД) және балғалы (БД) дірмендер кеңінен тараған, сонымен қатар ШБД-де ұшатын заттардың салыстырмалы аз шығуымен отынды ұнтақтайды, ал БД тас және қоңыр қемірді, шымтезек пен тақтатасты ұнтақтауда қолданылады. Тас қемірдің кейбір түрлерін

ұсактауда білікті орташа жүрісті дірмендерді қолдану үнемді болады. Кейбір жағдайларда «жұмсақ» қатты ылгалды қоңыр қемірді ұнтақтау кезінде дірмен-желдеткіш пайдаланылады.

Есептік отын ретінде Екібастұз қемірі қарастырайық. Отынның негізгі есептік сипаттамалары 2-кестеде көлтірілген.

Кесте 2 – Екібастұз қемірінің жылутехникалық сипаттамалары

Көрсеткіші	Белгіленуі	Өлшемі	Шамасы	
			Норма бойынша	Өзгерген
Отынның қарапайым жұмыстық массасы:				
Ылгалдылығы	W_t^r	%	6,0	10,0
Күлділігі	A^r	%	33,8	32,4
Күкірт	S^r	%	0,4	0,4
Көміртегі	C^r	%	46,1	44,1
Сутегі	H^r	%	3,6	3,4
Азот	N^r	%	0,5	0,5
Оттері	O^r	%	9,6	9,2
Барлығы		%	100	100
Төмен жану жылуы	Q_i^r	ккал/кг	4250	4146
		кДж/кг	17850	17361
Құрғақ масса бойынша күлділігі	A^d	%	36,0	34,5
Келтірілген сипаттамалары				
Ылгалдылығы	$W_{i\delta}^r$	% кг/МДж	0,33	0,57
Күлділігі	$A_{i\delta}^r$	% кг/МДж	1,85	1,86
Күкірт	$S_{i\delta}^r$	% кг/МДж	0,022	0,023
Құрғақ күлсіз күйде ұшпа заттардың шығуы	V^{daf}	-	0,5	0,5
Ұсактау коэффициенті	K_{lo}	-	0,7	0,7



Сурет 1 – Екібастұз көмірінің келтірілген сипаттамасы

Жұмыс істеген кептіргіш агенттің көлемдік мөлшерін анықтау үшін мына формууланы қолданыымз:

$$V_{\text{вл.в}} = \left(\frac{g_1}{y_{0B}} + \frac{\Delta W}{0.804} \right) \cdot \frac{273 + t_2}{273} = \left(\frac{1.77}{1.285} + \frac{0.072}{0.804} \right) \cdot \frac{273 + 110}{273} = 2.1 \text{ м}^3/\text{кг}$$

g_1 – 1 кг шикі отынды кептіруші агенттің мөлшері, кг/кг

ΔW – Кепкен ылғал мөлшері, кг/кг

t_2 – Кондырығының соңындағы жұмыс істеген кептіргіш агенттің температурасы (сепаратордан кейін), °C

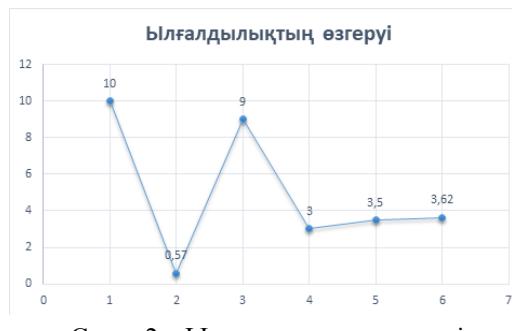
Бұдан үш дірмен жұмыс жасап тұрғандағы және қазан жүктемесі 100% болғандағы кептіргіш агенттің шығынын анықтай аламыз:

Кесте 3 – Таңдал алынған сұлба бойынша ТБД есептеу

№	Есептелең шама	Белгіленуі	Олшемі	Тендеуі	Есептелуі	Мәні
1	2	3	4	5	6	7
Отын сипаттамасы						
5	Екібастұз көмірі	-	-	-	-	-
6	Отынның жұмыстық ылғалдылығы	W ^p	%	-	-	9
7	Тозаң ылғалдылығы	W ^{пл}	%	-	-	3
8	Гирокоспиялық ылғалдылығы	W ^{ги}	%	-	-	3,5
9	Үшпа заттардың шығуы	V ^{y3}	%	-	-	50
10	Тозаң жұқалығы	R ₉₀	%	-	-	35
11	Үсактау коэффициенті	K _{жо}	-	-	-	0,7
12	Жану жылуы	Q _r	кДж/кг	-	-	17361
13	Ауаның теориялық шығыны	V ⁰	НМ ³ /сағ	-	-	4,53
14	Көмірді ұнтақтау ірілігі	R _s	%	-	-	20

15	Үш дірмен жұмыс істегендеге және қазан жүктемесі 100 % болғандағы дірмен өндірулігі	B_p	т/сағ	$\frac{B}{z_M}$	$\frac{50.76}{3}$	16.9
16	Жұмыс істеген кептіргіш агенттің көлемдік мөлшері	$V_{\text{ас.а}}$	$\frac{M^3}{\text{сағ}}$	$\left(\frac{g_1}{y_{0B}} + \frac{\Delta W}{0.804} \right) \cdot \frac{273 + t_2}{273}$	$\left(\frac{1.84}{1.285} + \frac{0.072}{0.804} \right) \cdot \frac{273 + 110}{273}$	2.1
17	Үш дірмен жұмыс істегендеге және қазан жүктемесі 100 % болғандағы жұмыс істеген кептіргіш агенттің шығыны	V''_{ce}	$\frac{M^3}{\text{сағ}}$	$1000 \cdot V_{\text{ас.а}} \cdot B_p$	$1000 \cdot 2.1 \cdot 16.9$	35490
18	Екі дірмен жұмыс істегендеге және қазан жүктемесі 80 % болғандағы жұмыс істеген кептіргіш агенттің шығыны	V''_{ce}	$\frac{M^3}{\text{сағ}}$	$1000 \cdot V_{\text{ас.а}} \cdot B_p$	$1000 \cdot 2.1 \cdot 20.3$	42630
19	Үш дірмен жұмыс істегендеге және қазан жүктемесі 100 % болғандағы жұмыс істеген кептіргіш агенттің ротор кимсындағы жылдамдығы	ω_{ca}	$\frac{M}{c}$	$\frac{V''_{ce}}{3600 \cdot D \cdot L}$	$\frac{35490}{3600 \cdot 2 \cdot 2.6}$	1.9
20	Екі дірмен жұмыс істегендеге және қазан жүктемесі 80 % болғандағы жұмыс істеген кептіргіш агенттің ротор кимсындағы жылдамдығы	ω_{ca}	$\frac{M}{c}$	$\frac{V''_{ce}}{3600 \cdot D \cdot L}$	$\frac{42630}{3600 \cdot 2 \cdot 2.6}$	2.3
21	Отынның максималды ылғалдылығын сипаттайтын шама	K	-	$1 + 1.07 \cdot W^r$	$1 + 1.07 \cdot 9$	11.7
22	Диірмендегі отынның орташа ылғалдылығы	W^{cp}	%	$\frac{W_1 + 3W^{n2}}{7}$	$\frac{10 + 3 \cdot 3}{7}$	3.62
23	Іылғалдың отынды үнтақтауга әсерін ескеретін түзеткіш коэффициент	$\Pi_{\text{ас1}}$	-	$\sqrt{\frac{K^2 - (W^{cp})^2}{K^2 - (W^{cu})^2}}$	$\sqrt{\frac{11.7^2 - (4.75)^2}{11.7^2 - (3.5)^2}}$	0.997
24	Орташа ылғалды көмір салмағын шикі көмір салмағына кайта есептеу коэффициенті	$\Pi_{\text{ас2}}$	-	$\frac{100 - W^{cp}}{100 - W_1}$	$\frac{100 - 3.62}{100 - 10}$	1.071

25	Көмекші шама	$m_D^{0.25}$	-	-	$6^{0.25}$	1.57
26	Пайдалану кезіндегі ондірліктің төмендеуін ескертін коэффициент	$K_{\text{ж}}$	-	-	-	0.85



Нәтижелер және талқылау

Диірмендердің түрлерін салыстыра келе, үнемдеу мақсатында әрі арзан, әрі қарапайым үлгідегі жаңа диірменді ұсынамыз.

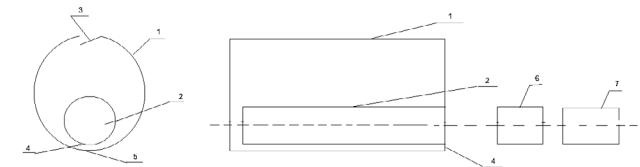
Жоғарыда аталған әр түрлі диірмендердің қосымша кемшіліктері болады, мысалы шарларды қажетті биіктікке көтеруді қамтамасыз ету үшін шарлы диірменде диірмен корпусын келіп түсken көмірмен бірге айналдыру қажет, бұл ұсақталған энергияның жоғары шығынына экеледі. Балғалы диірмендер бөгде заттардың түсүіне жоғары сезімталдыққа ие, білікті диірмендерде ұнтақталған көмірді беру және дайын көмір шаңын шығару қынданатылған.

Осыларды ескере келе, үнемдеу мақсатында әрі арзан, әрі қарапайым үлгідегі жаңа диірменді ұсынамыз. Бұл – екі цилиндр түріндегі әмбебап ұнтақтау құрылғысы, онда ұсақтауыш ретінде ішкі айналмалы цилиндр болып табылады.

Бұл ұсынылған диірмен әлі қолданыста жоқ. Диірменді ойлап тапқан Жылуәнергетика кафедрасының профессоры Алияров Б.К. Оны әмбебап ұсақтағыш құрылғы (ӘҮҚ) деп атады.

Ұсынылған диірмен (ұсақтағыш) дизайнны келесідей жұмыс істейді. Өндөлетін материал құрылғының жоғарғы бөлігіндегі тесік арқылы құрылғының көлеміне түседі. Ұсақталған (ұнтақталған) материал (көмір) сыртқы цилиндрдің төмөнгі бөлігіндегі бүкіл ұзындығы бойынша санылаулар арқылы құрылғыдан шығарылады. Санылаудың орналасу орнын таңдау қосымша құрылғыларсыз (електерсіз) әртүрлі өлшемдегі дайын өнімді алуға мүмкіндік береді. Жеткілікті ұзындықтағы тесік дайын шаңының (ұсақтағыштың) бункерлерге, коректендіргіштері бар, осы диірменменге «қызмет көрсететін»

жанағылардың санына сәйкес келетін мөлшерде түсінік көмірдің ұнтақтау барабан көлемінде орындалады және білікті диірменнің сипаттамалары да сәйкес келеді – ұнтақтау арқылы ұсақтауға қол жеткізуге болады. Сонымен қатар, бұл құрылымның өзінің «жеке» құндылығы да бар – көмірдің ішкі цилиндрінің шенбері бойынша біртінде ұсақтауға қол жеткізіледі.



1 – сыртқы цилиндр, 2 – ішкі ұнтақтаушы цилиндр, ұнтақталатын материалдың енгізу үшін бағыттаушы, сыртқы және ішкі цилиндрлер арасындағы санылау, 5 – дайын өнімді шығару үшін бағыттаушы, 6 – ішкі цилиндрдің айналу жылдамдығын реттеу редукторы, 7 – ішкі цилиндр айналу жетегі

Сурет 3 – Диірменнің жалпы көрінісі

Оттықтың әр жағында диірмендерді орналастыру әр жанағыға ұзындығы бойынша жақын шаң өткізгіштерді пайдалануға мүмкіндік береді. Әрбір жанағры үшін көмір шаңының коректендіргіштерін орнату әрбір жанағыға түсетін отын мөлшерін реттеудің кең ауқымын қамтамасыз етеді. Оттыққа көмір тозаңын берудің мүндай сұлбасы кезінде аэроқоспаның температурасы (көмір алауының тұтануы процесіндегі маңызды факторлардың бірі) ауа жылытықшарындағы ауаның қыздыру температурасымен ғана шектеледі, бұл алаудың тұтануын едәуір тездедеді.

Ұсынылған диірмен қондырыларының капиталдық салымдарын анықтау жұмыстарын жүргіздік.

ӘҮҚ диірменің нарықтық бағасын шамамен 1900000 тг деп алсақ, сонда

$$\Sigma C = 1900000 * 5,76 = 10944000 \text{ тг}$$

Яғни үш диірменнің бағасы:

$$\Sigma C = 3 * 10944000 = 32832000 \text{ тг}$$

Диірмен қондырыларына арналған инвестицияларды шығын бойынша бөлү:

- жобалық құжаттама: 7,7 %
- жабдықты орнату, іске косу, үйрену: 2,1 %
- құрылғыс: 40,2 %
- қондырығы: 20 % женілдік,

сонда барлық диірменнің нақты бағасы: $\Sigma C = 32832000 - 20 \% = 26265600 \text{ тг}$

Кесте 4 – Үлестік капитал салымдары

Шығын	Мәні, тг.
Жобалық құжаттама	26265600 · 0,077=2022451,2
Жабдықты орнату, іске қосу, үйрену	26265600 · 0,021=551557,6
Қондырғы	26265600
Құрылыш	26265600 · 0,402=10558771,2
Барлығы	39398380



Сурет 4 – Үлестік капитал салымдары

Жылдық эксплуатациялық шығындар, тг/жыл, мына формула бойынша анықталады:

$$I = I_{\text{аморт}} + I_{\text{аж}} + I_{\text{тж}} + I_{\text{еф}} + I_{\text{ес}} + I_b \quad (3.1)$$

Мұндағы $I_{\text{аморт}}$ – амортизациялық аударылымдар, тг;

$I_{\text{аж}}$ – қондырғыны ағымды жөндеу үшін кеткен шығындар, тг;

$I_{\text{тж}}$ – толық жөндеуге кеткен шығындар, тг;

$I_{\text{еф}}$ – еңбекақы фонды, тг;

$I_{\text{ес}}$ – әлеуметтік мұқтаждық салымдары, тг;

I_{mc} – қызыметкерлерді міндettі сактандыруға кеткен шығындар, тг;

I_b – басқа да шығындар, тг.

Өзін-өзі актау мерзімін анықтау

$$T_1 = \frac{K}{I_{\text{жыл}}}, \text{ жыл}$$

мұндағы K – капитал салымдары. Сонда:

$$T_{\text{ок}} = \frac{39398380}{25489072} = 1,5 \text{ жыл}$$

Таза келтірілген құнын NPV анықтау тәсілі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде фирманиң құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсетін таза пайданы көрсетеді) алатындыбын көрсететін инвестиацияны анықтаудың әдісі және ол тәмендегідей анықталады

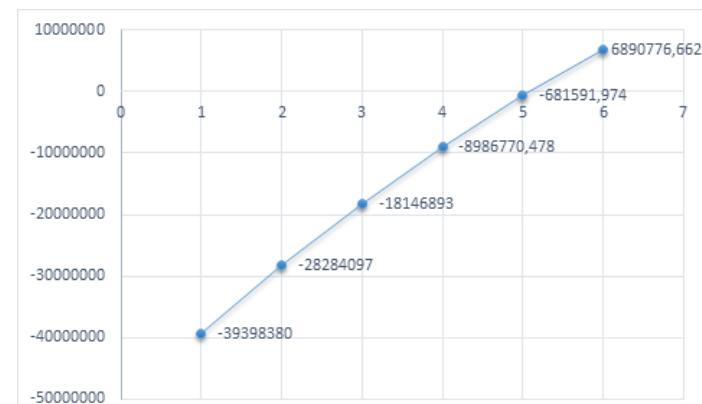
$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0$$

I_0 – бастапқы қаржылық салымдар, ол 39398380 тг тең.

Есептеу нәтижелерін 5-кестеде көрсетілген.

Кесте 5 – NPV есептеу

n, жыл	CF	R _s	PV _s	NPV _s
0	-39398380	1	-39398380	-39398380
1	12213497.8	0.91	11114283	-28284097
2	12213497.8	0.83	10137203.17	-18146893.83
3	12213497.8	0.75	9160123.35	-8986770.478
4	12213497.8	0.68	8305178.504	-681591.974
5	12213497.8	0.62	7572368.636	6890776.662
				6839558.768



5-сурет. Таза келтірілген құн

Қорытынды

Ұсынылған диірмен ұсақтау және ұнтақтауға, сонымен қатар басқа да материалдар үшін колданылу мүмкіндігі бар. Атап айтқанда, ұсынылған диірмен ұн алу үшін өте жарамды. Сонымен қатар, бұл диірмен күнбағыс, мақта және басқа да майлы дақылдардан май алу үшін, дәнді дақылдарды қауыздау үшін колданылуы мүмкін. Диірмен күрүлымы қажет болған жағдайда сыртқы және ішкі цилиндрді 250-300 цельсий градус және одан жоғары деңгейге дейін қызыдуруға жол береді.

Диірмен күрүлымының ерекшелігі – материалды ұсақтау басқа цилиндрдің ішінде орналаскан айналмалы цилиндрде үйкелуі есебінен жүзеге асады.

Энергетика экономиканың басқа салаларын өзімен бірге алға тартып отыру керек. 80 жылдардың аяғында энергетика саласында құрал-жабдықтар мен құбырларды ауыстыру мәселелері жиі көтерілсе де, өз шешімін толық таба алмады. Бұл мәселе тек соңғы 5-10 жылдың көлеміндекі бағытта өзгере бастады. Салаға мемлекет жүйесінен қомақты қаржы бөлініп, құрал-жабдықтар, құбырлар ауыстырылып, жөндеу жұмыстары басталды. Энергетикада ұсақтүйек мәселелер жиі кездестіреміз және оларға немікрайлы қарауга да болмайды, себебі осылардың нағайкасында энергетикалық аппаттар туындаиды. Қазақстанның энергетика саласын, соның ішінде жылу энергетикасын жақсы дамыған деп айта алмаймыз. Себебі республиканың қонгресінде жылу орталықтарында сонау кенес үкіметі заманынан жұмыс істеп келе жатқан қондырғылар тұр. Осыған мемлекет тарарапынан қаражат бөлінсе және энергетикамызға үлкен бір реформа жасалуы керек деп ойлаймын.

Пайдаланған деректер тізімі

1 Алияров Б. К., Алиярова М. Б. Қазақстан : Энергетикалық қауіпсіздік, энерготиімділік және энергетикалық даму тұрақтылығы. – Алматы : Ғылым, 2010. – 278 б.

2 Әкімбек Г., Алияров Б., Әкімбекова Ш. Сұсымалы заттардың салыстырмалы абразивтілігін анықтау әдісін жасау. // E3S Web of Conferences 207, 0 (2020) PEPM'2020. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020705003>.

3 Әкімбек Г., Алияров Б. Сұсымалы заттардың салыстырмалы абразивтілігін анықтау әдісі. ХФТО материалдары «Ф. К. Бойконың 100 жылдығына арналған» Ф. К. Бойконың I мерейтойлық окулары «1-ТОМ». Павлодар, 2020. – Б. 182–187.

4 Орумбаев Р.К., Бахтияр Б. Т., Умышев Д. Р., Кумаргазина М. Б., Отынчиева М. Т., Акимбек Г. А. Қазандықтардың жылу алмасу беттерінің күлді ысқылауын эксперименттік зерттеу. // Энергетикалық том 215, А бөлігі, 15 қантар 2021 жыл, 119119

5 Алияров Б. К., Алиярова М. Б., Сагынтаева С. С., Орумбаев Р. К. Анықтама энергетика : терминдер мен уш алфавитті орналастырым. – Алматы : Альманахъ. 2020. – 269 б.

6 Ахмедов Д. Б. Паровые котлы. Расчет и конструирование котлов. Часть 2. Расчет топок паровых котлов : Учебное пособие / СПб : С. Петербургский государственный политехнический ун-т, 2006.

7 Расчет и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (нормативные материалы). Руководящие указания. – Л. : ЦКТИ, 2011.

8 Нұрекен Е. Жылу электр стансалардың қазандық қондырғылары : Оку құралы. – Алматы : АЭЖБИ, 2007–270 б.

9 Смирнов А. Д., Антипov К. М. Справочная книжка энергетика. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 440 б.

10 Ващковец В. В., Тепляшин М. В. Разработка техпроцессов восстановления бил молотковых мельниц (БММ) электро-шлаковой наплавкой (ЭШИ) // Ползуновский альманах. – 2008. – № 3. – Б 37–39.

11 Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 447 б.

12 Эстеркин Р. И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование : Учеб. пособие для техникумов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 б.

13 Цыганок А. П., Михайленко С. А. Проектирование тепловых электрических станций : Учеб. пособие; КрПИ. – Красноярск, 1991. – 119 б.

14 Липов Ю. М. Котельные установки и парогенераторы – Москва-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 529 б.

15 Түзелбаев Б. У. Сала экономикасы : Оку құралы. – АЭЖБИ : Алматы, 2007.

16 Кожевникова Н. Н. Экономика и управление в энергетике : Уч. пособие / М., Изд. Центр Академия, 2003.

References

1 Aliarov B. K., Aliarova M. B. Qazaqstan: Energetikalyq qaýipsizdik, energotiimdirlik jáne energetikalyq damý turaqtlyǵy [Kazakhstan: Energy security, energy efficiency and sustainability of energy development]. – Almaty, Ғылым, 2010. – 278 p.

2 Akimbek G., Aliarov B., Akimbekova Sh. Sýsymaly zattardың saldyrmaly abrazivtiligin anyqtaý ádisin jasaý. [The Development of the Method and Determination of the Relative Abrasiveness of Bulk Substances] // E3S Web of Conferences 207, 0 (2020) PEPM'2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020705003>.

3 **Akimbek G., Aliarov B.** Sýsymalynyń zattardýń saldyrmaly abrazıvtılıgin anyqtay ádisi. HÓTO materialdary “F.K. Boikonyń 100 jyldyǵyna arnalǵan” F. K. Boikonyń I merelik oqýlary” [Method of determining relative abrasiveness of loose substances. Materials of the ISTC “I anniversary readings of Boyko F. K.,” Dedicated to the 100th anniversary of Boyko F.K.] Tom 1. – Pavlodar, 2020. – P.182-187.

4 **Orymabaev R.K., Bahtiar B. T., Ymyshev D. R., Kymargazina M. B., Otynchieva M. T., Akimbek G. A.** Qazandyqtardyń jylý almasý betteriniń kúldirýin tájiribelik zertteý [Experimental study of ash chafe of boiler heat exchange surfaces] // Energeticheskaya tom 215, a bólismshesi, 15 qáhtar 2021 jyl, 119119

5 **Aliarov B.K., Aliarova M. B., Sagyntaeva S. S., Orymabaev R. K.** anyqtamalar energetika : terminder men úsh alfavitti ornalastyrym. – Almaty : Almanah. 2020. – 269 p.

6 **Ahmedov D.B.** Bý qazandary. Qazandardy esepeteý jáne qurastyry. 2 bólím. Bý qazandyqtarynyń ottyqtaryn esepeteý: Oqý quraly [Steam boilers. Calculation and design of boilers. Part 2. Calculation of the furnaces of steam boilers: Textbook] / Sankt-Peterbýrg : S. Sankt-Peterbýrg memlekettik politehnikalıq ýniversiteti, 2006.

7 Qazandyq aggregattarynyń shań daiynday qondyrǵylaryn esepeteý jáne jobalaý (normativtik materialdar) [Calculation and design of dust preparation plants of boiler units (normative materials)] Basshylyq nusqaýlary. – L. : TKO, 2011.

8 **Nureken E.** Jylý elektr stansialarynyń qazaqstandyq mûmkindikteri: Oqý quraly [Boiler installations of thermal power plants: a textbook] – Almaty : Aejbı, 2007. – 270 p.

9 **Smirnov A. D., Antipov K. M.** Spravochnaia knjika energetika [Reference book Energetika]. – 4-e 1zd., pererab. jáne qosymsha. – M. : Energoatomizdat, 1984. – 440 p.

10 **Vashkoves V.V., Teplášhin M. V** Balǵa diirmenderin (BMM) qalpyna keltirýdiń tehnologalyq prosesterin ázirley elektro-shlakaoon balqytý (ASHI) [Development of technical processes for the restoration of hammer mill billets (BMM) by electro-slag surfacing (ESH)] // Polzýnov-skni álmanah. – 2008. – № 3. – P. 37-39.

11 **Ryjkin V. Ia.** Jylý elektr stansialary: ýniversitetterge arnalǵan oqýlyq. [Thermal power plants: a textbook for universities] – 3-shi basylym., pererab. jáne qosymsha. - M.: Energoatomizdat, 1987. – 447 p.

12 **Esterkin R. I.** Qazandyq qondyrǵylar. Kýrstyq jáne diplomdyq jobalaý: oqý. posobie dlá tehnikým. [Boiler installations. Course and diploma design: studies. dedication for the technical school.] - L. : Energoatomizdat. Leningr. bólím, 1989. – 280 p.

13 **Syganok A. P., Mihailenko S. A.** Jylý elektr stansialaryn jobalaý [Design of thermal power plants] : oqý. járdemaqy; Krpı. – Krasnoiarsk, 1991. – 119 p.

14 **Lipov Iý. M.** Qazandyq qondyrǵylar men bý generatorlary [Boiler plants and steam generators] – Máskeý-Ijevsk : “Turaqty jáne haotikalyq dinamika” gylymi-zertteý ortalıǵy, 2005. – 529 p.

15 **Túselbaev B.Ý.** Sala ekonomikasy : Oqý quraly [Industry Economics: a textbook], Aejbý: Almaty, 2007.

16 **Kojevnikova N.N.** Energetikadaǵy Ekonomika jáne basqarý : Oqý quraly Economics and Management in the energy sector : a textbook] / M., red. Ortalyq Akademıa, 2003.

Материал 12.06.21 баспага тұсті.

**G. A. Akimbek, M. B. Satymgaliyeva, B. K. Aliyrov*
Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЛЬНИЦ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДГОТОВКИ

В данной статье изложены основные положения по повышению энергетической экономичности мельниц системы пылеприготовления. В первой главе приводятся общие сведения о мельницах, используемых в энергетике. Классификация мельниц и их характеристики, в том числе достижения и недостатки шаровых барабанных мельниц (ШБМ), молотковых мельниц, мельниц среднего хода. Учитывая недостатки шаровых барабанных мельниц (ШБМ), молотковых мельниц, мельниц среднего хода, в целях экономии мы предложили новую мельницу более дешевого и простого типа. Мы привели сведения о возможностях, особенностях и общем строении представленной мельницы.

Ключевые слова: тозаң, дірмен, әмбебап, ұсынақтауыш, шарлы барабанды дірмендер, ортақ жүрісті дірмендер, балгалы дірмендер, дірмен жеделткіштер.

**G. A. Akimbek, M. B. Satymgaliyeva, B. K. Aliyrov*
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after G. Daukeyev,
Republic of Kazakhstan, Almaty.
Material received on 12.06.21.

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE MILLS OF THE DUST PREPARATION SYSTEM

This article describes the main provisions for improving the energy efficiency of the mills of the dust preparation system. The first chapter provides general information about the mills used in the power industry. Classification of mills and their characteristics, including the achievements and disadvantages of ball drum mills (SHKM), hammer mills, medium – stroke mills. Taking into account the disadvantages of ball drum mills (SBM), hammer mills, medium-stroke mills, in order to save money, we proposed a new mill of a cheaper and simpler type. We have provided information about the capabilities, features and general structure of the presented mill.

Key words: dust, mill, universal, feeder, ball drum dirmens, common-run dirmens, hammer mills, mill fans.

<https://doi.org/10.48081/YVIM5504>

A. Bogomolov^{1,2}, A. Nikiforov³, *U. Zhalmagambetova⁴

¹Gorbachev Kuzbass State Technical University,
Russian Federation, Kemerovo;

²Kutateladze Institute of Thermophysics, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Novosibirsk;

^{3,4}Toraighyrov university, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

OPTIMIZATION OF HEAT SUPPLY AND WATER SUPPLY SYSTEMS FOR REMOTE RURAL REGIONS

The problems of providing various types of energy to remote isolated settlements, territorial and climatic features consideration are reviewed, a three – pipe water supply system, a technology working on solid fuel for heat and electricity supply adapted to the conditions of a particular village are proposed.

The use of the proposed methods of supply will reduce the cost of electricity, heat, water and gaseous fuel. Which will be quite acceptable for families with medium and small incomes. The described technology for producing gas with an acceptable calorific value is based on partial heat treatment of coal. The presence of gaseous fuel allows you to transfer cooking to the supply of fuel from a single.

Keywords: energy supply, power supply, water supply, heat supply, gas supply.

Introduction

Currently, in Kazakhstan, as in Russia, the supply of heat energy and cooking is made by individual stoves on solid fuel with increased financial and labor costs (fuel procurement for the entire season, fuel preparation for combustion, etc.), the supply of electric energy is made by individual sources on liquid fuel (with a high cost), and in water supply systems, water with the same quality is used through a single pipe, despite a noticeable difference in the direction of use.

Numerous remote villages do not have access to a common supply system for various types of energy. Some territories are characterized by cold climatic conditions and a long heating period. The construction of systems for providing various types of energy to remote settlements is complicated by high costs, and

the delivery of goods, including fuel, especially liquid, is not always cost-effective [1]. (especially relative losses that are directly related to the amount of energy transported) were very high [2, 3].

The lack of energy and its high cost limit the possibilities of providing comfortable living and is the main factor constraining economic growth in such regions [3].

In the world practice, there is a successful experience of increasing energy efficiency and developing renewable energy sources. After all, usually the increase in the efficiency of electricity supply to isolated consumers is made through the use of renewable energy sources (RES). But with such methods, it is necessary to take into account the climatic conditions and the economic feasibility of using renewable energy sources.

In everyday life water of different quality is required for consumption. The first type is drinking water, the quality of which should be subject to the most stringent requirements. Currently, many residents use either bottled water (very expensive-up to 40 thousand tenge per ton) or additional filters are installed on the taps. Water with this quality will be used for cooking and drinking. The second type is water used for sanitary and hygienic needs (washing dishes, cleaning, washing, showering, etc.) that is the water supplied by the current water supply system. In most cities and in a significant part of rural localities this system is used. Water with this quality, unfortunately, is also used where this quality is not required at all – in toilets. We can assume that this is a legacy of the inertia of previous years. At the same time, the water consumption in the toilet (the third type of water) accounts for the largest share in the areas of water use listed earlier. For example, each family member consumes about 3-5 liters of water per day for food and drink needs.

The consumption of water for sanitary and hygienic needs per inhabitant is approximately at the level of 10-20 liters. The average daily consumption in the toilet of a family of 4 people is an average of 160 liters, or about 60,000 liters of purified water, which is supposed to be drinkable, is flushed into the toilet bowl per year. These figures are undoubtedly a reason for reflection and search for solutions.

Materials and methods

For heat and electricity supply, it is more economically feasible to use coal as the main fuel, especially for settlements located near deposits. Consider the technology adapted to the conditions of a particular village. The technology under consideration runs on solid fuel and provides for:

- supply of heat energy for heating and for hot water needs;
- supply of gaseous fuel for cooking;
- supply of electrical energy.

It is known that it is possible to obtain a gaseous fuel from a solid fuel. This is the extraction of gaseous, so-called combustible volatiles, with an acceptable heat of combustion (from coal and firewood). The presence of gaseous fuel allows you

to transfer cooking to the supply of fuel from a single source (for a given village). The resulting gaseous fuel also makes it possible to obtain electrical energy using gas turbines of a special design (with reduced blade wear).

The proposed technology may look like this. In the village (if there is a sufficient amount of solid fuel), a generator of volatile substances (from coal or firewood previously dried in a special device) is installed. The resulting combustible volatile substances accumulate in a special receiver or are fed to the local gas network (for cooking). Volatiles from the receiver are also fed into the combustion chamber of the gas turbine, which serves as a drive to the electric generator. This allows you to separate the production of electrical and thermal energy and use volatile substances, mainly for generating electrical energy and cooking. The residual heat (after the gas turbines) is sent to the furnace space to generate thermal energy (mainly for the supply of hot water (via its local network). Coal, from which a certain amount of volatile substances is extracted, is fed to another boiler, where it is burned (as in a layer furnace) to produce thermal energy (for heating). Expert assessment shows that with this separation of coal (firewood) burning, emissions of gaseous pollutants (especially nitrogen oxides and sulfur) into the atmosphere are significantly reduced. Thermal energy for heating is supplied to each house via the local heat network.

The block diagram of the proposed technology is shown in fig 1.

Wind energy can be used to power the pump. The development of a new direction in the development of new technologies for providing isolated remote settlements with electric and thermal energy (for heating and hot water) is provided in the scheme.

Such a method of autonomous supply of various types of energy involves the development of technology and design of a generator for obtaining volatile substances from coal or firewood in the required amount, as well as a receiver of the necessary capacity for storing gaseous fuel. The main element of the new energy supply technology for a small settlement will be a gas turbine (with a reduced cost), capable of operating on non-purified volatile substances, with increased suitability for replacing the blades and possibly repairing the combustion chamber. A gas turbine of this design will operate with lower energy efficiency in the production of electrical energy (however, the total energy use of the fuel will not change because the residual heat will be converted into thermal energy in the boiler).

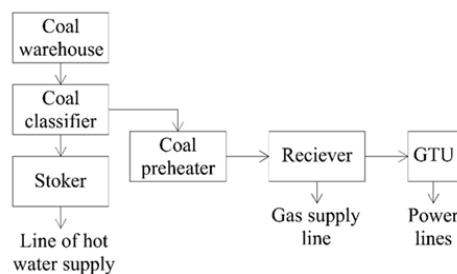


Figure 1 – Technology for providing an isolated village with various types of energy

The installation of metering devices significantly reduced water consumption. It can be noted that reduction of water consumption on toilet bowls have been developed. However, a more complete option to reduce the consumption of «potable» delivered through the water supply system water, while maintaining the required level of supply, can be the transition to a three-pipe supply of water of different quality.

In the most general case, the proposed scheme may be as follows. For sanitary and hygienic needs, the existing water supply system is used.

For cooking and drinking, a common filter is installed for the entire house (in apartment buildings) or for several houses or for a house (in cottages or single-story houses). Water with this degree of purification is supplied through its pipe system and its quality is strictly controlled. Obviously, it will be relatively expensive water, which will be an effective incentive for economical use.

For toilets, you can use ground water of any quality, extracted from a well, installed for several houses. This scheme can be considered the most effective system for saving drinking water quality.

Earlier, we conducted dissertation research in the field of providing various types of energy to an isolated village at an acceptable cost. Water supply plays a special role in these studies, since water itself is used not only as a heat carrier, but also for household needs and cooking. For the considered isolated object, the water supply system is a complex of structures for providing a group of consumers with water in the required quantities and the required quality. In addition, the water supply system must have a certain degree of reliability, that is, to ensure the supply of water to consumers without an unacceptable reduction in the established performance indicators in relation to the quantity or quality of the supplied water. The main requirement is that there is no interruption or reduction in the water supply or deterioration of its quality within unacceptable limits.

Results and discussion

Preliminary experiments (fig. 2) for coal from the Maikubenskoye field, located in Kazakhstan, suggest that the minimum heating temperature of coal to obtain the required concentration of combustible components is 500 °C.

The composition and total yield of the combustible components of gas and brown coal from the Maikubenskoye field are investigated.

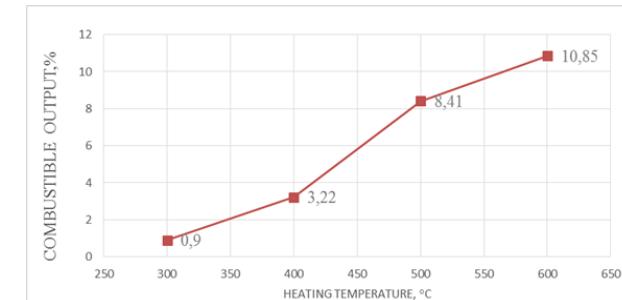


Figure 2 – Dependence of the gas output when heating the coal of the Maikubenskoye field in the temperature range from 300-600 °C

The water supply system of an isolated village must provide water from natural sources, its purification, if this is caused by the requirements of consumers, and supply to the places of consumption. To perform these tasks, the following structures that are part of the water supply system are used:

- water intake facilities, with the help of which water is received from natural sources;
- water-lifting structures, i.e. pumping stations that supply water to places of its purification, storage and consumption;
- water treatment facilities;
- water pipes and water supply networks used for transporting and supplying water to its storage sites;
- towers and reservoirs that act as regulating and spare tanks in the water supply system.

Fig 3 demonstrates the traditional scheme, water from natural sources is taken by means of a water intake structure 1 and is fed by pumps installed at the pumping station of the first lift 2a to the treatment facilities 3. After treatment, the water is fed to the collection tank 4, from which it is taken by another group of pumps installed at the pumping station 2b, and fed to the pipeline network 5, having previously filled the water tower 6.

Water supply systems can be classified according to the following criteria:

- for the intended purpose (water supply systems of localities (cities, towns), industrial water supply systems (industrial water pipelines), agricultural water supply systems);

- by the nature of the natural sources used (water pipelines that use water from surface sources, water pipelines that draw underground water; mixed-type water pipelines);

- according to the method of water supply (gravity water pipelines, water pipelines with mechanical water supply (using pumps), as well as zone water pipelines, where water is supplied to certain areas by separate pumping stations).

In this paper, we consider the water supply system of the village, which has a population of 8761 people. The average water consumption for internal water supply and sewerage for a given population is calculated using the formula:

$$S = q_a N,$$

where q_a is the average water consumption per day per 1 person, N is the number of residents.

Taking the average consumption of cold and hot water of 200 liters per day per person, we get the daily consumption:

$$S = 200 \cdot 8761 = 17,52 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

The specific consumption per person was chosen with consideration of the sewerage and internal water supply for the use of the washbasin, sink, bath and shower. This is explained by the fact that we consider the water consumption required for household needs (drinking water, water for cooking, water for cleaning, washing dishes, etc.). We calculate the consumption of cold water for household and drinking needs. It is known that the consumption of hot water on average is 40 % of the total water consumption for household and drinking needs

$$S_{hot} = 0,4S = 7,01 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

then the consumption of cold water is

$$S_{cold} = 0,6S = 10,51 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

The difference between the values S_{cold} and S_{hot} is the flow rate of water used for food S_{dr} and S_t used in the toilet:

$$S_{cold} - S_{hot} = S_t + S_{dr} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

The rate of consumption of drinking water for 1 person is approximately 7 liters per day

$$S_{dr} = 7 \cdot 8761 = 0,61 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

The water consumption for flushing in the toilet will be:

$$S_t = 2,89 \cdot 10^5 \text{ l/day}$$

That is, every day in a village with a population of about 8,000 people, 289,000 liters of purified water with a traditional water supply system will be flushed in the toilet. If we multiply this volume by the average cost of a cubic meter of water (34 tenge, we get 982 thousand tenge per day. It can be assumed that the introduction of a three-pipe water supply system will be more economically feasible.

Conclusions

The transition to a three-pipe supply of water of different quality will allow you to save significantly, due to the purification of water intended only for food.

Taking into account the simplification of the proposed energy supply technology of the gas turbine design and the exclusion of the system for cleaning combustible volatile substances, the cost of electricity, heat energy and gaseous fuel for cooking will be quite acceptable for a family with medium and small incomes.

The technology being developed will provide remote villages with a relatively small population with most types of energy consumed at an affordable cost. The technology will be in demand in countries with a large territory with a low population density.

References

1 СНиП 2.04.02-84. Vodosnabgenie. Narugnye sety i soorugeniy.

2 Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers / B.Aliyarov, A.Mergalimova, // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. – №2. – P.45-55.

3 Sggigenyi gas (poputnyi ili prirodnyi) i localnay set' – priemlimay alternativa (trubnoy i ili balonnoy) gazifikaziy malyh poselkov v Kazahstane / S.K. Abdaliev, B.K. Aliyrov, M.B. Aliyrova, // Vestnik Nazionalnoy akademii nauk Respubliki Kazahstan. – 2011. – № 2.

4 Povyshenie energoeffektivnosti energosberigeniy v severnyh regionah Rossii / Bashmakov, I.A. // «Energosberigenie». – 2017. – № 12.

5 Obespechenie izolirovannogo poselka razlichnymy vidami energii po priemlimoy sebistoimosty / B. K. Aliyrov, U. K. Zhalmagambetova, A.K. Mergalimova // Vestnik PGU, 2017. – №4. – P. 21-26.

6 O preimush`estvah bezmazutnoy rastopki kotloagregatov, s ispolzovaniem tehnologii polucheniy letuchih goruchih vesh`estv iz uglya / B.K. Aliyrov, U.K.Zhalmagambetova, A.K.Mergalimova // Vestnik PGU, 2017. – №4. – c.26-32.

7 Providing the isolated localities with various energy types at the acceptable cost / B.Aliyarov, A.Mergalimova, // 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development // TE-RE-RD 2018. – p.155-158.

8 Technology of boilers' oil-free kindling and stabilization of pulverized coal torch's ignition / Aliyarov B., Mergalimova A. O. - AIP Conference Proceedings, 2021, 2337, 040001.

9 Universal Installation for the integrated utilization of flue gases and wastewater from thermal power plants / Glazyrin S , Zhumagulov M. // E3S Web of Conferences 178, 01062 HSTED-2020 – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017801062>

10 Decarbonizing the heating supply of an urban district in Kazakhstan / Bartolini1 A., Mukanov R. // Strategies, technologies and challenges for a fossil free future Pisa, Italy October 25th – 30th, 2020.

11 Thermooxidative Coking of Poorly Clinkering Coal / Zhumagulova M. G., Sadykovab S. B. // Coke and Chemistry, 2020, Vol. 63, No. 8. – P. 369–377.

Material received on 12.06.21.

*A. Богомолов^{1,2}, A. Никифоров³, *У. Жалмагамбетова³*

¹ Горбачев Т.Ф. атындағы Кузбасс мемлекеттік техникалық университеті, Ресей Федерациясы, Кемерово қ.

² С.С. Кутателадзе атындағы Термофизика институты, Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімі, Ресей Федерациясы, Новосібір қ.

³ Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 12.06.21 баспаға түсті.

ШАЛҒАЙДАҒЫ АУЫЛДЫҚ ӨҢІРЛЕР ҮШІН ЖЫЛУМЕН ЖӘНЕ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРИН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аумақтық-климаттық ерекшеліктерді ескере отырып, орталықтандырылған энергиямен жабдықтаудан оқшауланған ауылдарды әртүрлі энергия түрлерімен қамтамасыз ету мәселелері қарастырылды. Үш құбырлы сүмен жабдықтау жүйесі және белгілі бір ауылдың жағдайына бейімделген қатты отынмен жұмыс істейтін электрмен жабдықтау технологиясы ұсынылады.

Ұсынылған жеткізу әдістерін пайдалану электр энергиясына, жылуға, суга және газ тәрізді отынга шығындарды азайтады. Бұл орташа және аз табысы бар отбасылар үшін оте қолайлы болады.

Қолайлы жасану жылуымен газ ондірудің сипатталған технологиясы Комірді ішінде термиялық ондеге пегізделген. Қатты отынды газға айналдыру оны электр энергиясы мен түрмисстық қажеттіліктер үшін пайдалануға мүмкіндік береді (тамақ дайындау).

Кілтті создер: энергиямен жабдықтау, электрмен жабдықтау, сүмен жабдықтау, жылумен жабдықтау, газбен жабдықтау.

*A. Богомолов^{1,2}, A. Никифоров³, *У. Жалмагамбетова³*

¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Российская Федерация, г. Кемерово;

² Институт теплофизики имени С. С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН, Российской Федерации, г. Новосибирск;

³ Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил 12.06.21.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ СЕЛЬСКИХ РЕГИОНОВ

Рассмотрены проблемы обеспечения различными видами энергии удаленных изолированных от централизованного энергоснабжения поселков, с учетом территориально-климатических особенностей. Предложена трехтрубная система водоснабжения и технология энергообеспечения, работающая на твердом топливе адаптированная к условиям конкретного поселка.

Использование предложенных способов подачи позволит снизить затраты на электроэнергию, тепло, воду и газообразное топливо. Что будет вполне приемлемо для семей со средним и небольшим достатком. Описанная технология получения газа с приемлемой теплотой сгорания основана на частичной термической обработке угля. Преобразование твердого топлива в газ позволяет использовать его для получения электроэнергии и бытовых нужд (приготовление пищи).

Ключевые слова: энергоснабжение, водоснабжение, теплоснабжение, газоснабжение.

<https://doi.org/10.48081/ZQRK1934>

***Б. А. Байназов¹, Г. Ж. Асаинов²,
Г. З. Гауанов³, О. М. Талипов⁴**

^{1,2,3}Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан

⁴Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ВЫПАДАЮЩИЕ ДОХОДЫ АО «АСТАНА-РЭК»: РАСЧЕТ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

На современном розничном рынке электроэнергии у региональной электросетевой компании формируются «выпадающие доходы». Это связано с практикой регулирования ее деятельности. Выпадающие доходы обостряют проблему дефицита инвестиций в сети и приводят к повышению конечной цены электроэнергии. Описан процесс формирования выпадающих доходов, представлен метод их расчета, дающий более точные результаты, чем другие методы; оценена эластичность выпадающих доходов по наиболее значимым факторам; обсуждаются способы решения проблемы выпадающих доходов.

Ключевые слова: РЭК, рынок электроэнергии, расчет, выпадающие доходы, реактивная мощность.

Введение

Региональные рынки электроэнергии в РК переживают либерализацию, начавшуюся в 2002-2003 гг. и продолжающуюся по настоящее время. В этот период актуальной проблемой для региональных электросетевых компаний стало формирование у них «выпадающих доходов», или «избыточных расходов», что обусловлено действующей практикой регулирования тарифа на транспортировку электроэнергии вне зависимости от качества управления энергокомпанией. Данное явление угрожает финансовой устойчивости сетевого хозяйства – технологической инфраструктуры электроэнергетики, а, следовательно, и экономической безопасности региона. Кроме того, выпадающие доходы погашаются кредитами, стоимость которых включается в регулируемый тариф будущих периодов регулирования, что, в конечном счете, приводит к росту цены на электроэнергию для потребителей, а значит, и к обострению социальной напряженности. В этой связи разработка методов

расчета, моделирования и анализа выпадающих доходов региональной электросетевой компании представляется весьма актуальной задачей для обеспечения устойчивого и безопасного развития электроэнергетики. Содержание процесса объединение рынков казахстанской электроэнергетики было определено правительственной программой реформирования отрасли [1]. Она включала в себя разделение региональных вертикально интегрированных монополий АО «Астана-РЭК» по видам деятельности с сохранением естественно-монопольного ядра в сфере транспортировки и распределения электроэнергии и созданием условий для развития конкуренции в сферах генерирования и сбыта.

Результаты

Анализ. На практике после вертикального расчленения региональных АО «Астана-РЭК» в секторе генерирования электроэнергии начались интенсивные процессы роста рыночной концентрации [2]. В сфере транспортировки и распределения электроэнергии, напротив, наблюдается раздробленность сетевых компаний, что препятствует реализации положительного эффекта масштаба производства. Сфера сбыта оказалась не конкурентной, а чрезвычайно монополизированной.

По опыту Великобритании и США известно, что разделение транспортировки и сбыта электроэнергии на региональных рынках связано с угрозами и рисками для долгосрочного развития электроэнергетики [3]. В этих странах вертикальная дезинтеграция электроэнергетического бизнеса по видам деятельности (в США – на региональных рынках отдельных штатов) привела к концентрации капитала в сфере сбыта и к дефициту инвестиционных ресурсов в сфере материального производства. Сбытовые компании, аккумулируя денежные средства, инвестировали прибыли в более доходный бизнес, оставляя предприятия электроэнергетики без источников финансирования воспроизводства основных фондов. В итоге недостаточная развитость электрических сетей вызвала крупные аварии в энергосистемах Англии и США, что послужило причиной приостановки реструктуризации отрасли с последующими реверсивными шагами по ее реформированию в этих странах.

Аналогичная ситуация наблюдается сейчас и на российских розничных рынках. Крупные энергосбытовые компании, выделившиеся из состава прежних региональных компаний как АО «Астана-РЭК», аккумулируют оплату за электроэнергию от значительной части потребителей региона. Нормы прибыли этих компаний на порядок превосходят нормы прибыли электротранспортных (сетевых) организаций [4]. При этом сбытовые компании, практически свободные от рыночных рисков, не несут обязательств по реинвестированию прибылей в сети, а сетевые компании, оплачивающие все финансовые риски, оказываются в сложном финансовом положении.

Эффект разделения бизнеса по видам усугубляется действующей практикой регулируемого ценообразования на транспортировку электроэнергии [5].

Определение стоимости услуг и порядок расчетов. На современных розничных рынках электроэнергии услуга сетевой компании по передаче электроэнергии оплачивается по регулируемому транспортному тарифу. Тариф рассчитывается до наступления периода регулирования (периода, когда тариф будет действовать) методом планирования стоимости затрат сетевой компании путем деления необходимой валовой выручки на прогнозируемый объем транспортировки электроэнергии. В 2017–2019 гг. продолжительность периода регулирования составляла 1 год, и тариф на компенсацию потерь рассчитывался как средневзвешенное значение фиксированной (регулируемой) ставки и прогноза цены оптового рынка. При этом относительная доля свободной цены оптового рынка неуклонно росла. Для сетевых компаний Акмолинской области период регулирования увеличен до 5 лет. В настоящее время относительная доля прогнозируемой цены оптового рынка в тарифе на компенсацию потерь электросетевой компании составляет 100 %. С 2012 г. тарифы на компенсацию потерь для сетевой организации будут устанавливаться на 5 лет [1]. Действующий по настоящее время порядок оплаты услуг сетевой компании можно проиллюстрировать на примере оператора сектора коммунальной энергетики города Нур-Султан – АО «Астана-РЭК». Эта компания взаимодействует с двумя энергосбытовыми предприятиями: крупной компанией ТОО «Астанаэнергосбыт» и ТОО «Астана-ЕРЦ». Первая из них – субъект оптового рынка - закупает электроэнергию по свободной рыночной цене на оптовом рынке. Затем она заказывает сетевой компании АО «Астана РЭК» услугу по транспортировке этой электроэнергии вплоть до точки присоединения к сетям энергопринимающих устройств потребителей [2]. Стоимость транспортировки рассчитывается как произведение объема электроэнергии, поступившей в сеть, на регулируемый транспортный тариф и представляет собой валовую выручку сетевой компании.

В процессе передачи по сетям часть электроэнергии преобразуется в тепло, и на выходе из сетей количество электроэнергии меньше того, которое вошло в сеть. Разность между объемом, поступившим в сеть, и объемом, вышедшим из сети, называется технологическими потерями электроэнергии. Обязанность оплачивать потери в настоящее время возложена на сетевую компанию, которая должна возмещать их стоимость из своей выручки. Основанием для этого служит то, что стоимость нормативных потерь учитывается при расчете регулируемого транспортного тарифа и, теоретически, выручки сетевой компании должно хватать как на оплату эксплуатации сетей, так и на покупку потерь.

Следует отметить, что на практике фактические потери могут превосходить нормативные. Электроэнергию, вышедшую из сетей АО «Астана РЭК», получают конечные потребители. Они для противодействия угрозе финансовой устойчивости сетевого хозяйства и формирования обоснованных электротранспортных тарифов большой практический интерес представляют разработка и совершенствование методов расчета и количественного анализа выпадающих доходов. Рассмотрим необходимую валовую выручку (НВВ) регулируемой организации – региональной электросетевой компании – на предстоящий период регулирования (j) и обозначим ее НВВ_j . Эта величина рассчитывается по правилу [5]:

$$\text{НВВ}_{pj} = \text{НВВ}_j + \Delta\text{НВВ}_{j-1}, \quad (1)$$

где НВВ_j – сумма денег, которая в предстоящем периоде (j) должна обеспечить компенсацию обоснованных производственных расходов и получение прибыли;

$\Delta\text{НВВ}_{j-1}$ – произошедшее в текущем периоде ($j-1$) отклонение обоснованных фактических расходов от плановых.

Внеплановые расходы $\Delta\text{НВВ}_{j-1}$ не были учтены при расчете и утверждении необходимой валовой выручки периода ($j-1$) и поэтому они учитываются в периоде (j). Слагаемое $\Delta\text{НВВ}_{j-1}$ в формуле (1) представляет собой «выпадающие доходы» сетевой компании в период ($j-1$). На практике, как правило, величина $\Delta\text{НВВ}_{j-1}$ принимает положительные значения (со знаком «+»). Значит, соответствующая сумма денег подлежит возмещению. Не исключено, что слагаемое $\Delta\text{НВВ}_{j-1}$ окажется отрицательным (со знаком «-»). Тогда соответствующую сумму необходимо исключить (вычесть) из НВВ_j [4].

Второе слагаемое в правой части формулы (1) будем называть «выпадающими доходами» и обозначим VD [4]:

$$\Delta\text{НВВ} = VD \quad (2)$$

Выпадающие доходы электросетевой компании имеют ту же структуру, что и ее издержки, которые подразделяются на две основные части: издержки на содержание электросетевого хозяйства и издержки на передачу электроэнергии по сетям. При прочих равных условиях издержки на содержание сетей будут тем больше, чем больший объем электроэнергии передается (транспортируется) по сетям, а издержки на передачу – тем больше, чем больше электроэнергии теряется в процессе ее транспортировки.

Аналогично, выпадающие доходы подразделяются на две части:

$$VD = VD_{\text{сол.}} + VD_{\text{пер.}}, \quad (3)$$

где $VD_{\text{сол.}}$ – выпадающие доходы, связанные с внеплановыми расходами на содержание сетей; $VD_{\text{пер.}}$ – выпадающие доходы, связанные с внеплановыми расходами на передачу электроэнергии по сетям.

Обозначим: Q_{ϕ} и Q_n – фактический и плановый объемы переданной электроэнергии (полезный отпуск электроэнергии); W_{ϕ} и W_n – фактический и плановый объемы потерь электроэнергии в сетях; $T_{\text{сол.}}$ – регулируемый тариф на содержание сетей; $T_{\text{пот.}}$ – регулируемый тариф на компенсацию потерь электроэнергии. В том случае, когда фактический объем переданной электроэнергии превосходит плановый ($Q_{\phi} > Q_n$), формируются выпадающие доходы по содержанию сетей ($VD_{\text{сол.}}$). Для периода регулирования (j) они могут быть рассчитаны по формуле [5]:

$$VD_{\text{сол.},j} = (Q_{\phi,j} - Q_{n,j}) T_{\text{сол.},j} = \Delta Q_j T_{\text{сол.},j} \quad (4)$$

Если фактический объем потерь электроэнергии превосходит плановый ($W_{\phi} > W_n$), то формируются выпадающие доходы по передаче электроэнергии. Для периода регулирования (j) их можно представить в следующем виде:

$$VD_{\text{пот.},j} = (W_{\phi,j} - W_{n,j}) T_{\text{пот.},j} = \Delta W_j T_{\text{пот.},j} \quad (5)$$

Суммарные выпадающие доходы для периода регулирования (j) в соответствии с формулами (3–5) равны:

$$VD_j = (Q_{\phi,j} - Q_{n,j}) T_{\text{сол.},j} + (W_{\phi,j} - W_{n,j}) T_{\text{пот.},j} \quad (6)$$

Соотношение (6) представляет собой базовую формулу для расчета выпадающих доходов. Она представлена и обсуждается в работе [6]. Результаты расчетов по этой формуле называются далее расчетами по базовому методу. Формула (6) адекватно отражает основные причины формирования выпадающих доходов. Вместе с тем она не учитывает в явном виде действия ряда важных факторов, и в итоге результаты расчетов, основанных на базовом методе, приводят к заниженной оценке суммы выпадающих доходов.

Дело в том, что в последние годы (до 2011 г.) продолжительность периода регулирования составляла 1 год. При этом тариф на содержание сетей ($T_{\text{сол.},j}$) назначался один раз до наступления периода регулирования, учитывался при утверждении НВВ_j и не менялся в течение года. В то же время фактический тариф на компенсацию потерь электроэнергии изменялся ежемесячно и

вычислялся как средневзвешенное значение фиксированной (на j -й год) ставки (P_p) и свободной цены электроэнергии на оптовом рынке (P_c) [3]:

$$T_{\text{пот.},j} = \omega_{ij} P_{p,j} + (1 - \omega_{ij}) P_{c,ij}, \quad (7)$$

где i – номер месяца в j -м году;

ω_{ij} – относительная доля фиксированной ставки ($P_{p,j}$) в регулируемом тарифе ($T_{\text{пот.},j}$) на оплату потерь.

Следует подчеркнуть, что при расчете НВВ_j до наступления периода регулирования использовалась лишь фиксированная ставка ($P_{p,j}$), которая определялась с учетом прогнозных значений цены оптового рынка (P_c, ij). А оплачивать потери сетевой энергокомпании приходилось с учетом не прогнозного, а фактического значения этой переменной, что приводило к возрастанию суммы выпадающих доходов. На практике для включения выпадающих доходов в НВВ будущего периода регулирования в АО «Астана РЭК» использовался не базовый метод (6), а следующий [3]:

$$VD_j = VD_{\text{пот.},j} = \sum_i W_{\phi,ij} \cdot (1 - \omega_{ij}) \cdot (P_{c,ij} - P_{p,j}) \quad (8)$$

Из формулы (8) видно, что используемый в практике АО «Астана РЭК» метод в отличие от базового метода (6) учитывает динамику свободной цены оптового рынка ($P_{c,ij}$) и ее отклонение от фиксированной ставки транспортного тарифа ($P_{p,j}$). Однако он не включает в рассмотрение выпадающих доходов от содержания сетей ($VD_{\text{сол.}}$) и отклонения фактических потерь электроэнергии (W_{ϕ}) от плановых потерь (W_n). Поэтому используемый метод (8), как и базовый метод (6), приводит к заниженной оценке выпадающих доходов. Для наиболее полного учета всей суммы выпадающих доходов целесообразно использовать следующий модифицированный метод [4]:

$$VD_j = (Q_{\phi,j} - Q_{n,j}) T_{\text{сол.},j} + \sum_i W_{\phi,ij} \cdot (\omega_{ij} \cdot P_{p,j} - (1 - \omega_{ij}) P_{c,ij} - W_{n,j} P_{p,j}) \quad (9)$$

Формула (9) в отличие от (8) включает выпадающие доходы не только от передачи электроэнергии, но и от содержания сетей. Кроме того, она позволяет учесть вклады отклонений фактического объема потерь от планового и фактической цены оптового рынка от прогнозируемой. Модифицированный метод обеспечивает наиболее адекватные результаты расчета выпадающих доходов электросетевой компании по сравнению с другими рассмотренными методами.

ВЫВОДЫ

Следует отметить, что недостатки регулирования транспортировки электроэнергии и хроническое недоинвестирование сетевой инфраструктуры являются общими проблемами для большинства стран, в которых быстро произошло полное разделение энергокомпаний по видам деятельности [6, с. 181]. С учетом опыта этих и других стран, для которых указанные проблемы не стояли столь остро, представляется, что в нашей стране было бы целесообразно сохранить вертикальную интеграцию сетевого и сбытового бизнесов на региональных рынках, по крайней мере, до тех пор пока появятся ликвидные финансовые инструменты торговли электроэнергией, все потребители будут снабжены измерительным оборудованием и будет внедрена система управления информацией об объемах потребления электроэнергии [6].

Список использованных источников

1 <https://inbusiness.kz/ru/news/obedinenie-arek-i-astana-rek-dast-snizhenie-tarifa-na-5> [Электронный ресурс] (Дата обращения 25.01.2019).

2 https://www.inform.kz/ru/cifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-ob-ektahan-astana-rek_a3492465 [Электронный ресурс] (Дата обращения 14.01.2020).

3 Развитие электроэнергетической отрасли в Казахстане. // Научные стремления 3 (15), 2015. – С. 42-49.

4 Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» от 18 февраля, 2004 года с изменениями и дополнениями по состоянию на 17 июля 2009 года. Алматы.

5 Овсейчук В. А. Выпадающие доходы электросетевых компаний. Комплексная оценка по итогам года // Новости электротехники. – 2010. – № 2 (62). [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.news.elteh.ru/ark/2010/63/06.php>.

6 Опыт энергорынков: уроки, извлеченные из либерализации рынков электроэнергии // Международное энергетическое агентство (ОЭСР/МЭА 2005). – С. 181. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.iea.org/russian/pdf/ElectricityMarket_Russian.

References

1 <https://inbusiness.kz/ru/news/obedinenie-arek-i-astana-rek-dast-snizhenie-tarifa-na-5>. [Electronic resource] (Access date 25.01.2019).

2 https://www.inform.kz/ru/cifrovye-tehnologii-vnedryayutsya-na-ob-ektahan-astana-rek_a3492465 [Electronic resource] (Access date 14.01.2020).

3 Razvitiye elektroenergeticheskoi otrashli v Kazahstane [Development of the electric power industry in Kazakhstan] [Text]. Scientific endeavors 3 (15). – 2015. – P. 42-49.

4 Zakon Respýblikı Kazahstan «Ob elektroenergetike» ot 18 fevralia 2004 goda s izmeneniam i dopolneniam po sostoianiyu na 17 iyulya 2009 goda [The Law of the Republic of Kazakhstan «On Electric Power Industry» dated February 18, 2004 with amendments and additions as of July 17, 2009] [Text]. Almaty.

5 Ovseichýk V.A. Vypadaıýe dohody elektrosetevyh kompanii. Kompleksnaı otsenka po itogam goda [Shortfall in income of power grid companies. Comprehensive assessment at the end of the year] [Text] // Novosti elektrotehniki. 2010. № 2 (62). [Electronic resource]. – URL: <http://www.news.elteh.ru/ark/2010/63/06.php>.

6 Опыт energorynkov: ýroki, izvlechennye iz liberalizatsii rynek elektroenergii [Energy Market Experience: Lessons Learned from Electricity Market Liberalization] [Text] // Mejdýnarodnoe energeticheskoe agentstvo (OESR/MEA 2005). – P. 181. [Electronic resource]. – URL: http://www.iea.org/russian/pdf/ElectricityMarket_Russian.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*Б. А. Байнязов¹, Г. Ж. Асаинов², Г. З. Гауанов³, О. М. Талипов⁴

^{1,2,3} С. Сейфуллин атындағы Қазак агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

⁴Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

«АСТАНА-АЭК» АҚ-НЫҢ ТҮСЕТІН КІРІСТЕРІ: ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТИЛДІРУ

Электр энергиясының қазіргі заманы болшек сауда нарығында аймақтық электр желілік компания «түсемін кірісті» қалыптастырады. Бұл оның қызметін реттей практикасына байланысты. Түсемін кірістер жесілдегі Инвестициялар тапшылығы проблемасын шешілістірді және электр энергиясының түпкілікті бағасының осуіне әкеледі. Түсемін табыстарды қалыптастыру процесі сипатталған, басқа әдістерге қарағанда негұрлым нақты нәтижелер беретін оларды есептей өдісі үсінген; түсемін табыстардың икемділігі негұрлым маңызды факторлар бойынша бағаланған; түсемін табыстар проблемасын шешу тәсілдері талқыланады.

Kітті создер: ӨЭК, электр энергиясы нарығы, есептей, түсемін кірістер, реактивті құрам.

THE SHORTFALL IN INCOME OF JSC «ASTANA WRECK»: THE CALCULATION AND IMPROVEMENT

In the modern retail electricity market, a regional electric grid company has «lost revenue». This is due to the practice of regulating its activities. The loss of revenue exacerbates the problem of the lack of investment in the grid and leads to an increase in the final price of electricity. The article describes the process of forming the loss of income, presents a method for calculating them, which gives more accurate results than other methods; evaluates the elasticity of the loss of income by the most significant factors; discusses ways to solve the problem of loss of income.

Keywords: Regional electric grid company, electricity market, calculation, lost revenue, reactive power.

С. С. Битиманова

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

На фоне экономического и экологического оптимального управления электроэнергетическими системами важную роль играют точные прогнозы потребления.

Для того чтобы сделать максимально точные прогнозы, необходимо разработать и исследовать модели, учитывающие возрастающую количественную структуру и, благодаря значительно большему количеству наблюдений, максимально повысить качество прогнозирования. Искусственные нейронные сети (ИНС) все чаще используются для решения нелинейных задач для растущего объема данных, на которые влияют человеческие и другие факторы.

В настоящей работе рассматриваются различные сетевые структуры и гиперпараметры для поиска оптимальной конфигурации сети для прогнозирования показателей электрической нагрузки. Искусственные нейронные сети моделируется в Matlab.

Исследование должно показать, имеют ли и какие преимущества (глубокие) нейронные сети в прогнозировании показателей электрической нагрузки.

Во время исследования обращено внимание на влияние количества узлов сети и данных, на обучение искусственных нейронных сетей, а также на выбор исторических ценностей/глубина исторических ценностей.

Целью работы является имитационное исследование и оценка качества и оптимальности прогнозной модели на основе искусственных нейронных сетей для показателей электрической нагрузки.

Ключевые слова: Искусственная Нейронная Сеть, прогнозирование, электроэнергетика, моделирование, оценка.

Введение

В современном мире прогнозирование играет большую роль, в том числе и в Казахстане [1], в связи с этим, большое внимание привлекают различные методы прогнозирования и в том числе искусственные нейронные сети.

Преимущество ИНС заключается в их способности учиться. Они способны адаптироваться к изменяющимся условиям и учиться дальше на основе дополнительных данных [2-4].

ИНС для модели прогнозирования строится как сеть прямой связи из-за абстракция [5] и проиллюстрирована на рисунке 1.

Структура нейронной сети обучается с использованием алгоритма обратного распространения [6]. Прогнозирование показателей электрической нагрузки осуществляется обученной ИНС путем применения исторических значений во входном слое. После этого обученная сеть используется для отображения прогнозного значения в выходном слое. Этот модельный подход служит отправной точкой для следующих исследований.

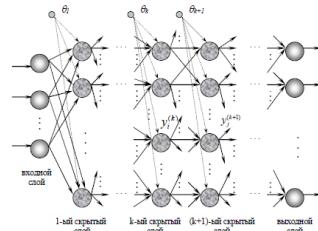


Рисунок 1 – Примерная ИНС, настроенная в качестве прямой сети для прогнозирования профилей электрической нагрузки

Материалы и методы

Исследования направлены на изучение влияния количества данных, связанных с изменением структуры сети и числа узлов, на стабильность прогноза. В результате можно сделать заявления о качестве и оптимальности модельного подхода.

Основные технические характеристики модели

В качестве входной переменной $x(t)$ по кривой электрической годовой нагрузки применяется скользящее временное окно с N историческими значениями. Рисунок 2 иллюстрирует электрическую нагрузку бытового потребителя в качестве входных данных для модели прогнозирования.

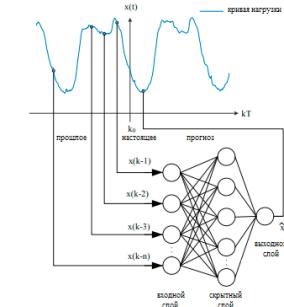


Рисунок 2 – Пример модели прогнозирования показателей электрической нагрузки по n историческим данным

Согласно рисунку 2, структура выбранный модели ИНС имеет входные узлы, скрытый слой, узлы в скрытом слое, выходной узел, сигмоидную функцию активации и сетчатую сеть. Далее проводятся оценка параметров и имитационное исследование. Для получения точных выводов о режиме работы и изменениях качества прогноза структура сети модифицируется на дальнейших этапах исследования.

Сценарии исследования

Данные по энергопотреблению доступны в виде годовых показателей нагрузки. Кривая нагрузки показывает временной ход потребляемой электрической энергии. Разрешение по времени составляет 15 минут. Соответственно, 4 измеренных значения доступны в час и 96 измеренных значений в один день. Следовательно, кривая годовой нагрузки отображается с 35040 точками данных.

На этапе обучения нейронная сеть учится выводить выходные переменные из заданных входных. Прогнозная модель обучается на горизонте прогнозирования $x(k+96)$. Во время обучения соединения узлов взвешиваются и определяются. Структура сети модифицируется на основе базовой модели. Для анализа поведения модели увеличены количества данных с дальнейшими временными рядами, увеличены количества узлов сети в скрытом слое, а также увеличены показатели выходного задания.

Для каждого изменения структуры нейронной сети создается сценарий (табл. 1). Индивидуальные изменения также сочетаются друг с другом.

Таблица 1 – Сценарии исследования с соответствующей конфигурацией сети

Вариант 1: одновременные соединения временных рядов	Сценарий	1	2	3	4	5	6	7
	Временные ряды	1	1	6	6	6	6	6
	Данные	Входные	7	7	40	40	40	40
		Скрытый слой	15	60	15	15	60	60
		Выходные	1	1	1	6	1	6

а)

Вариант 2: продолжение связей временных рядов	Сценарий	8	9
	Временные ряды	6	6
	Данные	Входные	7
		Скрытый слой	15
		Выходные	1

б)

Результат моделирования и оценка

После обучения ИНС моделирование основано на тестовых данных, которые не были использованы для обучения. Затем прогноз, сгенерированный моделью, сравнивается с записанными измеренными значениями. Для валидации и оценки результатов используются погрешности между прогнозом и наблюдениями. Далее можно рассчитать среднюю ошибку прогноза (MAE) [7-8].

Преимущество перед средней ошибкой заключается в исследовании абсолютных отклонений между прогнозом и наблюдением [9-10]. Качество прогноза оценивается по показателям погрешности и дает возможность сделать вывод о том, насколько хорошо прогнозируемое значение соответствует реальному значению. Далее, вычисляется r , что приводит к линейной зависимости между прогнозом и наблюдением.

$$r = \frac{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x}_k)(\hat{x}_k - \bar{\hat{x}}_k)}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x}_k)^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\hat{x}_k - \bar{\hat{x}}_k)^2}} \quad (1)$$

В табл. 2 сравниваются результаты для 8 рассмотренных сценариев (см. табл. 2) прогноза значения с горизонтом прогноза $x(k+96)$.

Таблица 2 – Результаты по сценариям для горизонта прогнозирования $x(k+96)$

Сценарий	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MAE	0,0744	0,0766	0,0625	0,0598	0,0630	0,0560	0,0720	0,0720	0,0750
Качество	0,8601	0,8560	0,8765	0,8912	0,8756	0,8923	0,8681	0,8781	0,9081
r	0,8933	0,8923	0,9280	0,9605	0,9321	0,9511	0,8923	0,8925	0,8955

Из-за увеличения входной занятости путем добавления дополнительных временных рядов из соответствующего класса временных рядов, качество прогноза может быть улучшено. Кроме того, увеличение выходной занятости при одновременном увеличении числа узлов сети приводит к дальнейшему повышению качества прогноза. Эта связь также выражается в уменьшении средней абсолютной ошибки и увеличении коэффициента корреляции.

Временные ряды прогнозов для сценариев 1 и 6 сравниваются с реальными данными на рисунке 3. Улучшение качества прогнозирования является результатом структурных изменений в нейронной сети. Основываясь на большем объеме данных и, как следствие, более сложной структуре сети, ИНС может лучше выводить требуемые выходные переменные из заданных входных переменных во время обучения.

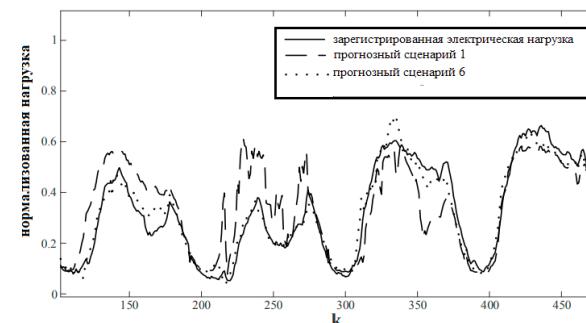


Рисунок 3 – Показатель прогнозной нагрузки для сценария 1 и сценария 6 для горизонта прогнозирования $x(k+96)$

Выводы

Прогностическое качество профилей электрической нагрузки изучалось с помощью ИНС. В качестве примера, модель была разработана для горизонта прогнозирования $x(k+96)$. После того, как различные сценарии были изучены и протестиированы, можно наблюдать улучшение качества с увеличением объема данных, сопровождающееся меньшей ошибкой. Увеличение числа узлов сети в скрытом слое, а также заполняемость выхода оказывают поддерживающий эффект. Вариация и увеличение параметров ограничены в зависимости от сложности и вычислительной мощности ИНС. Другим аспектом исследования является рассмотрение полного периода в течение следующих 24 часа в модели, основанной на репрезентативном рассмотрении значения времени после 24 ч. Кроме того, полученные результаты можно использовать для дальнейших исследований для более углубленного изучения процесса.

Список использованных источников

- 1 Национальная Энергосистема. [Электронный ресурс]. – <https://www.kegoc.kz/ru/o-kompanii/nacionalnaya-energosistema>.
- 2 Торопов А. С., Туликов А. Н. Прогнозирование почасового электропотребления региональной энергосистемы с использованием искусственных нейронных сетей // Вестник ИрГТУ, 2017.
- 3 Кретов Д. А., Рузанов Р. В. Прогнозирование электропотребления энергосбытовой компании с использованием искусственной нейронной сети // ИВД, 2015.
- 4 Пройдаков Э.М. Современное состояние искусственного интеллекта // Науковедческие исследования, 2018.
- 5 Brockwell, P. J., Davis, R. A. Introduction to Time Series and Forecasting, 2016. – 425 p.
- 6 Schmidhuber, J. Deep Learning in neural networks: An overview Neural Networks, 61, 2015. – P. 85-117.
- 7 A. de Myttenaere, B. Golden, B. Le Grand, and F. Rossi, «Mean Absolute Percentage Error for regression models». Neurocomputing, Vol. 192, 2016. – P. 38–48.
- 8 Ummul Khair, Hasanul Fahmi, Sarudin Al Hakim, Robbi Rahim, Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. International Conference on Information and Communication Technology (IconICT), 2017.
- 9 Ren Y et al. Random vector functional link network for short-term electricity load demand forecasting. Inf Sci Int J / 2016. – P. 367–368.
- 10 Zhang, H., Yang, Y., Zhang, Y. et al. A combined model based on SSA, neural networks, and LSSVM for short-term electric load and price forecasting. Neural Comput & Applic 33, 2021. – P. 773–788.

References

- 1 Nasionalna Energosistema. [Elektronnyi resurs]. [National Power Grid]. Rejim dostupa: <https://www.kegoc.kz/ru/o-kompanii/nacionalnaya-energosistema>.
- 2 Торопов А. С., Туликов А. Н. Прогнозирование почасового электропотребления региональной энергосистемы с использованием искусственных нейронных сетей [Forecasting of hourly power consumption of the regional power system using artificial neural networks] Vestnik IrGTU, 2017.
- 3 Кретов Д. А., Рузанов Р. В. Прогнозирование электропотребления энергосбытовой компании с использованием искусственной нейронной сети [Forecasting of power consumption of an energy sales company using an artificial neural network]. IVD, 2015.

- 4 Prokhodakov E.M. Sovremennoe sostoyanie iskusstvennogo intellekta // Naukovedcheskie issledovanie [Modern state of artificial intelligence], 2018.
- 5 Brockwell, P. J., Davis, R. A. Introduction to Time Series and Forecasting, 2016. – 425 p.
- 6 Schmidhuber, J. Deep Learning in neural networks: An overview Neural Networks, 61, 2015. – P. 85-117.
- 7 A. de Myttenaere, B. Golden, B. Le Grand, and F. Rossi, «Mean Absolute Percentage Error for regression models». Neurocomputing, Vol. 192, 2016. – P. 38–48.
- 8 Ummul Khair, Hasanul Fahmi, Sarudin Al Hakim, Robbi Rahim, Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. International Conference on Information and Communication Technology (IconICT), 2017.
- 9 Ren Y et al. Random vector functional link network for short-term electricity load demand forecasting. Inf Sci Int J / 2016. – P. 367–368.
- 10 Zhang, H., Yang, Y., Zhang, Y. et al. A combined model based on SSA, neural networks, and LSSVM for short-term electric load and price forecasting. Neural Comput & Applic 33, 2021. – P. 773–788.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

С. С. Битиманова

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.
Материал 12.06.21 баспаға түсті.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН БОЛЖАУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Экономикалық және экологиялық оңтайлы басқару аясында, электр энергетикасы жүйелерін тұтынуудың нақты болжамдары маңызды рол атқарады.

Дәл болжасау жасау үшін, сандық құрылымды ескеретін және бақылаудың едәуір көбірек болуының арқасында болжасау сапасын барынша арттыратын модельдерді өзірлеу және зерттеу қажет. Жасанды нейрондық желілір (ЖНЖ), адам және басқа факторлар әсер ететін деректердің осін келе жатқан колеміне арналған сыйықтық емес мәселелерді шешу үшін жсі қолданылады.

Бұл мақалада, электрлік жүктеме индикаторларының көрсеткіштерін болжасауга арналған оңтайлы желілік конфигурацияны табуга үшін, әр түрлі желілік құрылымдар мен гиперпараметрлер қарастырылған. ЖНЖ Matlab-та модельденеді.

Зерттеу электр жүктемесінің корсеткіштерін болжауда (терен) нейрондық желілердің артықшылықтары бар-жоғын және қандай екенин корсетуі керек Зерттеу барысында желідең түйіндер саны мен мөліметтердің, ЖНЖ-ны даярлауга, сондай-ақ тарихи құндылықтарды / тарихи құндылықтардың тереңдігін маңдауга әсеріне назар аударылды. Жұмыстың мақсаты - имитациялық зерттеу және электр жүктемесі индикаторлары үшін жасанды нейрондық желілерге негізделген болжамды модельдің сапасы мен оңтайлышын бағалау.

Кілтті сөздер: Жасанды нейрондық желі, болжау, Электр энергетикасы, модельдеу, бағалау.

S. S. Bitimanova

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

Material received on 12.06.21.

OPTIMIZATION OF ELECTRICITY FORECASTING

Against the background of economic and environmental optimal management of electric power systems, accurate consumption forecasts play an important role.

In order to make the most accurate forecasts, it is necessary to develop and research models that take into account the increasing quantitative structure and, thanks to a significantly larger number of observations, maximize the quality of forecasting. Artificial neural networks (ANNs) are increasingly being used to solve nonlinear problems for a growing volume of data that is influenced by human and other factors.

In this paper, we consider various network structures and hyperparameters for finding the optimal network configuration for predicting electrical load indicators. The ANNs is modeled in Matlab.

The study should show whether and what advantages (deep) neural networks have in predicting electrical load indicators. During the study, attention was paid to the influence of the number of network nodes and data, on the training of INS, as well as on the choice of historical values/ the depth of historical values.

The aim of the work is a simulation study and evaluation of the quality and optimality of the predictive model based on artificial neural networks for electrical load indicators.

Keywords: Artificial Neural Network, forecasting, electric power industry, modeling, estimation.

<https://doi.org/10.48081/NBXM5649>

***А. Г. Бурумбаев, Б. С. Келаманов,**

А. М. Әбдірашит, О. Р. Сариеев

Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өнірлік университеті,
Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ.

FE-W-SI ЖӘНЕ FE-W-C ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

«Triangle» бағдарламасын қолдана отырып термодинамикалық модельдеу жүргізу, фазалық құрам бойынша үштік жүйелердің диаграммасын құру «Terra» бағдарламасының деректер базасын пайдалана отырып жүргізілді. Алынған есептеулер нәтижелері бойынша зерттеліп отырган металдық жүйенің толық фазалық құрамын сипаттайтын құруышы байланыстар анықталды.

Мақалада Fe-W-Si және Fe-W-C үштік жүйеге арналған «Triangle» кешенді бағдарламасын қолдану арқылы термодинамикалық есептеулерді жүргізу және зерттеу сұрақтары қарастырылған. Алынған нәтижелер бойынша темір-вольфрам қорытпаларында пайда болатын негізгі фазалар және олардың температурага байланысты өзгерістері зерттелді. Сонымен қатар, балқытуудың нақты материалдық терең-төңдігін жасау және қорытпаның құрамын термодинамикалық реттеу мүмкіндігі қарастырылды.

Кілтті сөздер: термодинамика, фаза, жүйе, температура, диаграмма, қосылыстар.

Кіріспе

Көп компонентті жүйелерді кешенді теориялық зерттеу практикасында көп компонентті жүйелердегі фазалық айналымдардың ерекшеліктерін негізгі жүйе өлшемі бойынша термодинамикалық төзімді қарапайым ішкі жүйелерге бөлу арқылы зерттеуді әлдекайда женілдететін термодинамикалық диаграммалық талдау әдісі белгілі.

Термодинамикалық-диаграммалық талдау зерттелетін жүйедегі компоненттердің химиялық өзара әрекеттесуінің термодинамикалық бағалауын геометриялық диаграммамен үштастырады. Сондай-ақ, отқа төзімді материалдар

және ферроқорытпалар өндірісінің физика-химиялық негіздерін зерттеіді [1]. Көп компонентті жүйелерді зерттеу әдісі нақты технология үшін ақырғы фазалық облыстарды анықтауға мүмкіндік береді. Эрбір анықталған кваздықтарын қатты ерітінділердің түзілу заңдылықтарына және қасиеттерінің өзгеруіне байланысты бұл ретте термодинамикалық басқа фазалардың пайда болуына жол бермейді.

Қарапайым және нақты әдіс арқылы тотықтық жүйелердің фазалық құрамын есептеу тенденция профессор Акбердин А. А. ұсынды. Яғни, ол пайда болған фазалардың бастапқы тотықтарын бөлу тенгеріміне негізделеді [2, 3]. Темір, оттегі және көміртегі негізіндегі жүйелердің толық термодинамикалық талдауын орындаған В. П. Малышев пен Р. Ж. Симбинов болып табылады [4]. Бұл үшбұрыштардағы жекелеген бөлімшелердің тепе-тендік құрамы мен тиісті реакциялардың стихиометриялық стандартты жазбасының арасында туындастын қайшылықтарды шешуге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер

Есептеулердің көмегімен пайда болған фазалардың ақырғы фазалық облыстардан тұратын элементтердің бөлінуін анықтауға болады. Мұндай мәліметтерді екі жолмен: яғни тәжірибелі әдістер арқылы немесе термодинамикалық модельдеудің көмегімен қарастыруға болады. Соның біріншісі тәжірибелі әдіс өте көп енбекті қажет етеді және оларды жүргізу мен интерпретациялау үшін үлкен уақыт шығындарын талап етеді (әсіресе көп компонентті жүйелер үшін). Ал термодинамикалық модельдеу әдістері тәжірибенің есептеу нәтижелерін анықтау кезінде тиімді болып табылады.

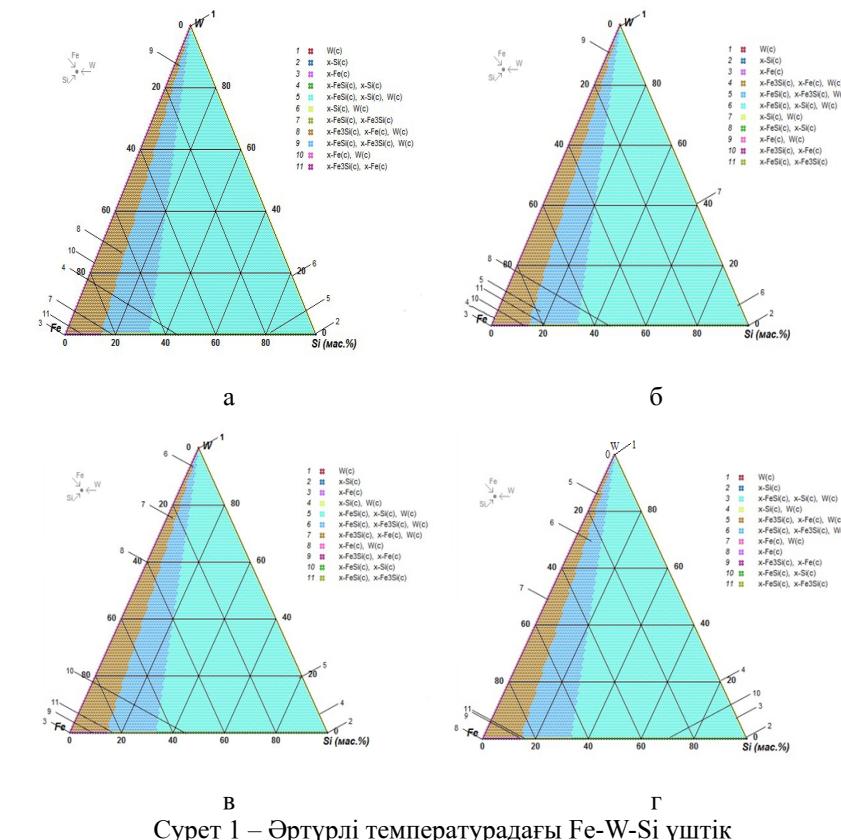
Сондықтан аталған жұмыс аясында «Terra» кешенді бағдарламасының көмегімен Fe-W-Si-C төрткомпонентті жүйені құрайтын, әрбір жеке жүйелерге термодинамикалық талдау жүргізілді. «Terra» кешенді бағдарламасында «Triangle» интерфейсі қарастырылған, оның көмегімен бір циклде конденсацияланған барлық фазалардың кешенін құруға болады.

Нәтижелер және талқылаулар

Fe-W-Si-C негізіндегі металдық жүйенің фазалық құрамын анықтау үшін графикалық әдіс қолданылды. Есептеу барысында көп компонентті жүйенің тетраэдражиясы тұрғызылды және осы тетраэдрде координат торларын қолдану арқылы құраушы фазалар анықталды.

«Triangle» кешенді бағдарламасы үш фазалы диаграммаларды құру үрдісін женілдетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тепе-тендік фазалық құрамын есептеу үшін екі режимде жүргізуге болады. Яғни, біріншіден изотермиялық жағдай үшін, жүйенің тепе-тендігі температурасы (T , К) және қысым (p , МПа) мәндерімен орнатылған кезде. Ал екіншіден есептеудің әр нүктесінде қысым (p , МПа) және энталпия (бастапқы материалдардың қалыптасу энталпиясы) (I , кДж/кг) мәндерімен көрсетілген адиабатикалық тепе-тендік өзгерісі (жану) жағдайлары үшін.

«Triangle» бағдарламасын қолдана отырып, Fe-W-Si-C негізіндегі металдық жүйенің негізгі құраушылары болатын Fe-W-Si және Fe-W-C үштік жүйелерін зерттеу жұмысы жүргізілді. Аталған үштік жүйелерді 2173, 2373, 2573 және 2773К температураудар интэрвалында термодинамикалық өзгерістерге ұшырау мүмкіндіктері толық зерттеліп, жүйелердің диаграммалары тұрғызылды. Диаграмманы құру осы режимдерінде температураудардың шамасына байланысты болып табылады. Нәтижелер 1-ші суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Әртүрлі температурадағы Fe-W-Si үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы:
2173K (а), 2373K (б), 2573K (в), 2773K (г)

«Triangle» кешенді бағдарламасын қолдана отырып 2173K температурада пайда болатын қосылыстардан тұратын үштік жүйенің фазалық диаграммасы

тұрғызылды. Нәтижесінде, Fe-W-Si үштік жүйесі: 1) $W_{(c)}$; 2) $Si_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; 4) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; 5) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 6) $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 7) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 8) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 9) $Si_{(c)}$; 10) $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 11) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$ қураушы 11 фазадан тұратындығы анықталды. 2173К температурада Fe-W-Si үштік жүйесі 60 % $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $W_{(c)}$ 20 % $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 12 % $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $W_{(c)}$ қосылысынан қуралғаны анықталды, аз мөлшердегі қалған қосылыстар жиынтығы Fe-W-Si жүйесінің 8 % мөлшерін құрады (сурет 1(а)). Зерттелетін температура 2373К-ге жоғарылаған кезде орын алғатын фазалық өзгерістер келесі үштік жүйенің диаграммасында қарастырылады (сурет 1 (б)). Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде қарастырылған жүйе: 1) $W_{(c)}$; 2) $Si_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; 4) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; 5) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 6) $Fe_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 7) $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 8) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; 9) $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 10) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; 11) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$ сияқты 11 фазадан тұратындығы дәлелденді. Жүйенің негізгі қураушы фазалары 2373К температурада Fe-W-Si үштік жүйесінің 60%-н $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 20 %-н $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 12 %-н $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $W_{(c)}$ қосылысы құрайды, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-Si жүйесінің 8% мөлшерімен шектеледі.

Термодинамикалық жүйені талдау нәтижесінде температуралық жоғарлату келесі зерттеу нәтижелерін анықтады: Fe-W-Si үштік жүйесінің 2573К температурада: 60% $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 20% $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 12% $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $W_{(c)}$ қосылысынан тұратыны дәлелденді, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-Si жүйесінің 8% мөлшерін құрады. Жүйенің құрайтын негізгі фазалар: 1) $W_{(c)}$; 2) $Si_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; 4) $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 5) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 6) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 7) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 8) $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 9) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; 10) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; 11) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$ анықталды (сурет 1(в)). Ең жоғары температуралық шкала 2773К температурда кезінде жүйені зерттеу барысында металдық жүйенің 2773К температурада Fe-W-Si үштік жүйесі 60 % $FeSi_{(c)}$, $Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 20 % $FeSi_{(c)}$, $Fe_3Si_{(c)}$, $W_{(c)}$, 12 % $Fe_3Si_{(c)}$, $Fe_{(c)}$, $W_{(c)}$ қосылыстарын қамтыды, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-Si жүйесінің 8 % мөлшерін құрайтыны анықталды. Құраушы фазалардың саны 11-ге тең екендігі дәлелденді. 1) $W_{(c)}$; 2) $Si_{(c)}$; 3) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 4) $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 5) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 6) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $W_{(c)}$; 7) $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$; 8) $Fe_{(c)}$; 9) $Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; 10) $FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; 11) $FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$ (сурет 1(г)).

Зерттелген Fe-W-Si жүйесіндегі фазалардың термодинамикалық өзгерістерге ұшырау жағдайлары және толығырақ сипатталуы 1-ші кестеде көрсетілген.

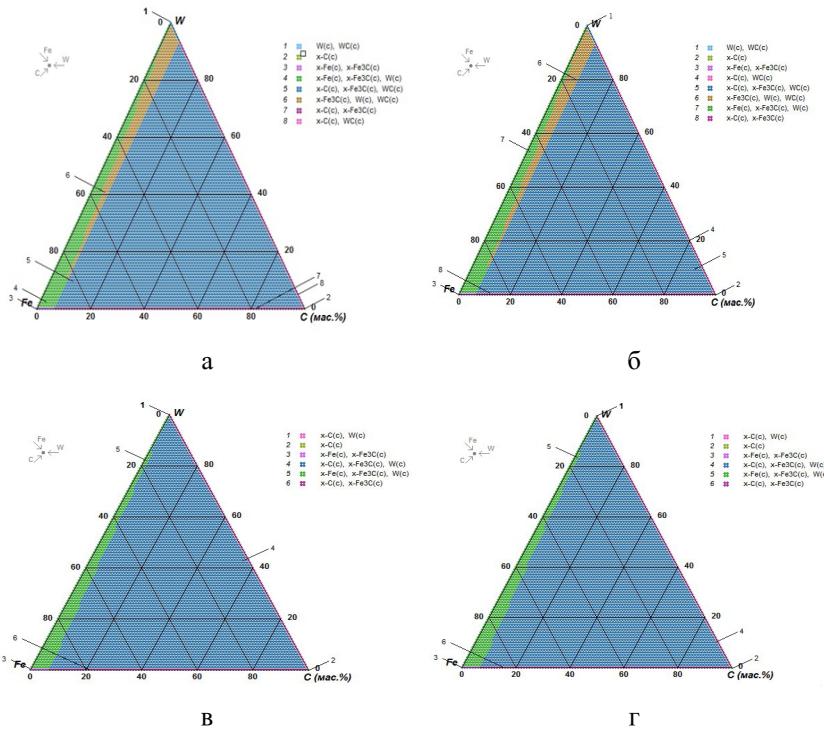
Келесі термодинамикалық зерттеулер жұмысы Fe-W-C үштік металдық жүйесіне жүргізілді. 2173К температурада зерттелетін үштік жүйенің фазалық диаграммасы келесідей нәтижелер көрсетті: атап жүйе құрамын 2173К температурада 80 %-н $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 8 %-н $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, $W_{(c)}$, 7 %-н $Fe_3C_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$ қосылысы құрады, қалған аз мөлшердегі қосылыстар

жиынтығы Fe-W-C жүйесінің 5 % мөлшерін құрайтындығы анықталды. Жүйені қураушы 8 қосылыс: 1) $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 2) $C_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 4) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $W_{(c)}$; 5) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 6) $Fe_3C_{(c)}$; $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 7) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 8) $C_{(c)}$; $WC_{(c)}$ (сурет 2(а)) екендігі дәлелденді. Зерттелетін температура 2373К-ге тең болған жағдайда үштік жүйенің фазалық диаграммасының (сурет 2(б)) нәтижесі 8 қосылысты көрсетті: 1) $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 2) $C_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 4) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 5) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 6) $Fe_3C_{(c)}$; $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 7) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $W_{(c)}$; 8) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 2373К температурада Fe-W-C үштік жүйесі 80 % $C_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 7 % $Fe_3C_{(c)}$, $W_{(c)}$, $WC_{(c)}$, 8 % $Fe_{(c)}$, $Fe_3C_{(c)}$, $W_{(c)}$ қосылысынан тұратыны құрайды, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-C жүйесінің 5 % мөлшерін құрады.

Кесте 1 – Әртүрлі температура аймағындағы Fe-W-Si жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері, %

№	Фазалар	Температура, К			
		2173	2373	2573	2773
Құрамы, %					
1	$W_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
2	$Si_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
3	$Fe_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
4	$FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
5	$FeSi_{(c)}$; $Si_{(c)}$; $W_{(c)}$	60	60	60	60
6	$Si_{(c)}$; $W_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
7	$FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
8	$Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$	12	12	12	12
9	$FeSi_{(c)}$; $Fe_3Si_{(c)}$; $W_{(c)}$	20	20	20	20
10	$Fe_{(c)}$; $W_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1
11	$Fe_3Si_{(c)}$; $Fe_{(c)}$	< 1	< 1	< 1	< 1

Зерттелетін температура жоғарылаған сайын (2573К) үштік жүйенің фазалық диаграммасыда өзгерістерге ұшырайды. Зерттеу нәтижесінде Fe-W-C үштік жүйесін қураушы фазалар саны 6-ға кемітіндігі анықталды: 1) $W_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 2) $C_{(c)}$; 3) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; 4) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $WC_{(c)}$; 5) $Fe_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$; $W_{(c)}$; 6) $C_{(c)}$; $Fe_3C_{(c)}$.



Сурет 2 – Әртүрлі температурадағы Fe-W-C үштік жүйесінің фазалық құрамының диаграммасы:
2173К (а), 2373К (б), 2573К (в), 2773К (г)

Кесте 2 – Әртүрлі температура аймағындағы Fe-W-C жүйесінің фазалық облыстар саны және мөлшерлері, %

№	Фазалар	Температура, К			
		2173	2373	2573	2773
		Құрамы, %			
1	W _(c) ; WC _(c)	< 1	< 1	-	-
2	C _(c)	< 1	< 1	< 1	< 1
3	Fe _(c) ; Fe ₃ C _(c)	< 1	< 1	< 1	< 1
4	Fe _(c) ; Fe ₃ C _(c) ; W _(c)	8	8	6	6
5	C _(c) ; Fe ₃ C _(c) ; WC _(c)	80	80	90	90
6	Fe ₃ C _(c) ; W _(c) ; WC _(c)	7	7	-	-

7	C _(c) ; Fe ₃ C _(c)	< 1	< 1	< 1	< 1
8	C _(c) ; WC _(c)	< 1	< 1	-	-
9	C _(c) ; W _(c)	-	-	< 1	< 1

2573К температурада Fe-W-C үштік жүйесінің 90%-н C_(c), Fe₃C_(c), WC_(c), 6%-н Fe_(c), Fe₃C_(c), W_(c) қосылысы құраса, ал қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-C жүйесінің 4% мөлшерімен шектелді.

Температуралық шкала ең жоғарғы нүктеде (2773К) термодинамикалық есептеу жүргізген кезде жүйені құраушы 6 фаза болатындығы дәлелденді: 1) W_(c); W_(c); 2) C_(c); 3) Fe_(c); Fe₃C_(c); 4) C_(c); Fe₃C_(c); W_(c); 5) Fe_(c); Fe₃C_(c); W_(c); 6) C_(c); Fe₃C_(c). 2773К температурада Fe-W-C үштік жүйесінің 90 %-н C_(c), Fe₃C_(c), WC_(c), 6 %-н Fe_(c), Fe₃C_(c), W_(c) қосылысы құрады, қалған аз мөлшердегі қосылыстар жиынтығы Fe-W-C жүйесінің 4 % мөлшерін құрады. Зерттелген жүйедегі өзгерістерді нақтырақ 2-ші кестеден көруге болады.

Қорытынды

Алынған нәтижелерді талдау барысында зерттелген Fe-W-Si үштік жүйесінде фазалар құрамы мен саны бойынша ауқымды өзгерістерге ұшырамайтындығы анықталды. 2173-2773К температуралар арасында зерттеу жұмыстарының нәтижесі жүйенің құрамын 11 фаза құрайтындығы дәлелденді. Негізінен жүйенің басым бөлігін шамамен 60 %-н FeSi_(c); Si_(c); W_(c) фазасы құрайтындығы анықталды.

Келесі Fe-W-C үштік жүйесінің зерттеу нәтижелерінде айтартылтай фазалық түрленулер орын алатындығы байқалады. 2173-2373К температуралар кезінде жүйені құраушы 8 фаза болатындығы анықталды және зерттелген температуралар интервалында жүйенің 80 % C_(c); Fe₃C_(c); WC_(c) мөлшерін құрайтынын көрсетті. 2173-2373К температурада 1 %-ға жуық мөлшерде кездесетін W_(c); WC_(c) фазасы температура артуымен құрамын жоятындығы анықталды. Fe_(c); Fe₃C_(c); W_(c) фазалары 2173-2373К температура интервалында жүйенің 8% мөлшерін құрап, температура 2573-2773К-ге көтерілгенде мөлшері 6 %-ға төмендейтін де дәлленденді. Төмен температуралар (2173-2373К) аймағында 7 %-ға жуық мөлшерде кездесіп, температуралық шкала жоғарлаған кезде (2573-2773К) жойылатын фаза анықталды: Fe₃C_(c); W_(c); WC_(c). 2573-2773К температурада C_(c); Fe₃C_(c); WC_(c) фазасының мөлшері 90 %-ға артатыны дәлелденді. 2573-2773К температура кезінде пайда болатын жаңа фаза анықталды. C_(c); W_(c) жоғары температуралар интервалында түзіліп жүйенің шамамен 1 %-н құрады.

Зерттеу нәтижелері темір-вольфрам қорытпаларын балқытудың накты материалдық тепе-тендігін құру негізін және қорытпаның құрамын реттеу мұмкіндігін береді.

Пайдаланған деректер тізімі

- 1 Габдуллин Т. Г., Такенов Т. Д., Байсанов С. О., Букетов Е. А. Физико-химические свойства марганцевых шлаков. – Алматы : Наука, 1984. 232 с.
- 2 Акбердин А.А. Балансовый метод расчета равновесного фазового состава многокомпонентных систем // КИМС. – 1995. – №3. – С. 92-93.
- 3 Акбердин А.А., Сарекенов К.З., Сaitov Р.И. Аналитическое описание фазового равновесия в системе CaO-SiO₂-FeO-ZnO // Вестник Карагандинского университета. – Караганда. – 2005. – №1(37). – С. 14-18.
- 4 Симбинов Р.Д., Малышев В.П. Термодинамическое, стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. – Алматы : Гылым, 1999. – 100 с.
- 5 Диаграмма состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Под ред. О.А. Банных, М.Е.Дрица // М. : Металлургия, 1986.
- 6 Кубашевски О. Диаграммы состояния двойных систем на основе железа. Пер. с англ. / Под. Ред. Л.А. Петровой. – М. : Металлургия, 1985. – 184 с.
- 7 Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Справочник / О.А. Банных, П.Б. Будберг, С.П. Алисова и др. – М. : Металлургия, 1986. – 440 с.
- 8 Кубашевски О. Диаграммы состояния двойных систем на основе железа/Пер. с англ. Под ред. Л.А. Петровой. – М. : Металлургия, 1985. – 184 с.
- 9 Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа : Справочник / Под ред. О.А. Банных и М.Е. Дрица. – М. : Металлургия, 1986. – 440 с.
- 10 Жуков А.А. Стабильные и метастабильные фазы в материалах. – Киев : ИПМ АН УССР, 1987. – С. 58-70.

References

- 1 Gabdullin T. G., Takenov T. D., Baisanov S. O., Buketov E. A. Fiziko-khimicheskiye svoystva margantsevykh shlakov [Physicochemical properties of manganese slags]. – Almaty : Nauka, 1984. – 232 p.
- 2 Akberdin A. A. Balansovyy metod rascheta ravnovesnogo fazovogo sostava mnogokomponentnykh sistem [Balance method for calculating the equilibrium phase composition of multicomponent systems]. – 1995. – № 3. – P. 92-93.
- 3 Akberdin A. A., Sarekenov K. Z., Saitov R. I. Analiticheskoye opisanie fazovogo ravnovesiya v sisteme CaO-SiO₂-FeO-ZnO [Analytical description of phase equilibrium in the CaO-SiO₂-FeO-ZnO system]. Bulletin of the Karaganda University. – Karaganda. – 2005. – №1(37). – P. 14-18.

4 Simbinov R. D., Malyshev V. P. Termodinamicheskoye, stekhiometricheskoye i eksergeticheskoye modelirovaniye fazovykh ravnovesiy [Thermodynamic, stoichiometric and exergetic modeling of phase equilibria]. – Almaty : Gylym, 1999. – 100 p.

5 Diagramma sostoyaniya dvoynikh i mnogokomponentnykh sistem na osnove zheleza [State diagram of binary and multicomponent systems based on iron]. Edited by O. A. Bannykh, M. E. Drits. – M. : Metallurgiya, 1986.

6 Kubashevsky O. Diagrammy sostoyaniya dvoynikh sistem na osnove zheleza [State diagrams of iron-based binary systems]. Transl. from English. Edited by O. Kubashevsky. – Moscow : Metallurgiya, 1985. – 184 p.

7 Diagrammy sostoyaniya dvoynikh i mnogokomponentnykh sistem na osnove zheleza. Spravochnik [Diagrams of the state of two-and multi-component systems based on iron. Reference]. Ed. by O. A. Bannykh, P. B. Budberg, S. P. Alisova, et al. – M. : Metallurgiya, 1986. – 440 p.

8 Kubashevsky O. Diagrammy sostoyaniya dvoynikh sistem na osnove zheleza [State diagrams of iron-based binary systems]. Transl. from English. Edited by O. Kubashevsky. – Moscow : Metallurgiya, 1985. – 184 p.

9 Diagrammy sostoyaniya dvoynikh i mnogokomponentnykh sistem na osnove zheleza. Spravochnik [Diagrams of the state of double and multicomponent systems based on iron. Reference]. Edited by O. A. Bannykh, M. E. Drits. – Moscow : Metallurgiya, 1986. – 440 p.

10 Zhukov A. A. Stabil'nyye i metastabil'nyye fazy v materialakh [Stable and metastable phases in materials]. – Kiev : IPM AN USSR, 1987. – P. 58-70.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

*A. Г. Бурумбаев, Б. С. Келаманов, А. М. Әбдірашит, О. Р. Сарiev

Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова,
Республика Казахстан, г. Актобе.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ Fe-W-Si И Fe-W-C

В статье рассмотрены вопросы исследования и проведения термодинамических расчетов с использованием комплексной программы «Triangle» для тройной системы Fe-W-Si и Fe-W-C. По полученным результатам были изучены основные фазы, образовавшиеся в железо-вольфрамовых сплавах, и их изменения в зависимости от температуры. Кроме того, была рассмотрена

возможность создания реального материального баланса плавки и термодинамического регулирования состава сплава.

Ключевые слова: термодинамика, фаза, система, температура, диаграмма, соединения.

*A. G. Burumbaev, B. S. Kelamanov, A. M. Abdrashit, O. R. Sariev

Aktobe Regional University after named K. Zhubanov,

Republic of Kazakhstan, Aktobe.

Material received on 12.06.21.

MODELING AND ANALYSIS OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN Fe-W-Si AND Fe-W-C SYSTEMS

The article deals with the research and implementation of thermodynamic calculations using the complex program «Triangle» for the triple system Fe-W-Si and Fe-W-C. By the results the main phases a investigated that occur. In addition, the possibility of creating a real material equilibrium of melting and thermodynamic regulation of the alloy composition was considered.

Keywords: thermodynamics, phase, system, temperature, diagram, compounds.

<https://doi.org/10.48081/UBOR1884>

***Т. И. Глушченко¹, Т. В. Бедыч²,**

З. К. Абдикулова³, Б. К. Сакенов⁴

^{1,4}А. Байтурсынов атындағы Қостанай өнірлік университеті, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.;

²М. Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.;

³Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан Республикасы, Түркістан қ.

БИОЭТАНОЛДЫ АЛУҒА АРНАЛҒАН БИОМАССА РЕСУРСТАРЫ

Мақалада биоэтанол өндіру үшін жаңартылатын энергияны пайдалану мәселелері қарастырылған. Қостанай облысы дамыған ауыл шаруашылығы саласы болып табылады. Жердің көп болігі дөліді дақылдар мен жүгерінің, майлы дақылдар мен коконістердің егіс алқаптарына болінген. Аграрлық дақылдарды өндіру, тасымалдау, сақтау және оңдеу процесінде осірілген дақылдардың едәуір болігі жараласыз болып қалады. Оларды кейіннен негізгі мақсаты бойынша пайдалану мүмкін емес. Көбінесе қорланбаган орістерде шіріп кетеді немесе лақтырылады. Мақалада қарастырылған материал ауылшаруашылық қалдықтарын салыстырмалы түрдө арзан биоэтанолды өндіру үшін пайдалануга болатындығын корсетеді. Өтірде халықтың басым болігі ауыл тұрғындары. Елді мекендер бір-бірінен алыс қашықтықта орналасқан. Ауыл тұрғындарының қажеттіліктерін, ауылдық инфрақұрылымдарды қамтамасыз ету үшін биоэтанолды электр және есілду энергиясының көзі ретінде пайдалану ұтымды болар еді. Биоэтанол өндірісінің қалдықтары мал азығына жаралады, бұл ауылдық жерлер үшін және қоршаган ортага экологиялық жүктемені азайту үшін де маңызды. Адамның омір сүру процесінде биоэтанол алуға, содан кейін жылу және электр энергиясын алуға жаралады қатты тұрмыстық қалдықтар жасалады. Келтірілген есептеулер қатты тұрмыстық қалдықтарды биоэтанолга оңдеудің орындылығын корсетеді. Еуроодағы елдері өз галымдарының зерттеулерін пайдалана отырып, биоэтанол мен синтетикалық отын түрлөрін өндіру жөніндегі технологияларды табысты дамытуда. Қазақстан майлы

дақылдарды оңдеу тәжірибесі мен қажетті егіс алқаптарына ие бола отырып, биоэтанол ондіру саласын табысты дамыта алады.

Кілтті сөздер: биомасса, биоэтанол, қатты тұрмыстық қалдықтар, ағынды сулардың туибасы, жаңартылатын энергия көздері.

Кіріспе

Жаңартылатын энергияның ең әмбебап көзі-биомасса. Фотосинтез нәтижесінде өсімдіктер энергия жинаі алады және әртүрлі мақсаттарда икемді турде қолдана алады. Әдетте қатты биомасса, биомассадан алынған газ және ішкі жану қозғалтыштары мен пештерде жану үшін жарамды сұйық жанғыш заттар қолданылады. Биомассаны пайдалану тұрмыстық қалдықтар мен ауылшаруашылық қалдықтарын өндірумен байланысты проблемаларды азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ауылшаруашылық аймактар еki есе пайда көреді: олар ауыл шаруашылығында да, орман шаруашылығында да, биоэнергияны түрлендіру процесінде де қосымша жұмыс орындарын ашады [1]. Биоэнергетика үшін дақылдарды өсіру фермерлерге жаңа қызмет саласын ұсынады.

Биоэнергетика энергия өндірісін орталықсыздандыруға және материалдар мен энергияның жабық циклын құруға мүмкіндік береді. Биоэнергияны қатты, сұйық және газ тәрізді отынды өндіру үшін қолдануға болады [2].

Қатты биомасса, ең көп таралған жаңартылатын энергия көзі бола отырып, бүкіл әлемде энергияны өндіру үшін бұрыннан бері қолданылып келеді [3,4]. Қатты биомассаға құргак немесе кептірілген өсімдіктердің немесе олардың бөліктерінің барлық түрлері, соның ішінде ағаш, ағаш түйіршіктегі (түйіршіктер) және брикеттер, ағаш жонқалары, бағаналы масса, құріш қаузы және т.б. жатады. Қазіргі заманғы жылумен жабдықтау жүйелерінде қатты биомассаны жағу нәтижесінде өндірілетін энергия тиімділігі жоғары. Ағаш энергияның бастапқы көзі болып табылады, әсіресе бөренелер, үгінділер және түйіршіктер түрінде [5,6].

Биогаз негізінен блоктық жылу электр станцияларында қолданылады, бірақ сонымен бірге табиги газбен жабдықтау жүйелеріне тікелей жеткізу үшін де қолданылады. Сонымен қатар, оны көлік құралдарына отын ретінде пайдалануға болады.

Кәдімгі спирт сияқты, биоэтанол ашытқымен қантты ашыту арқылы алынады, содан кейін тазартылады. Егер дәнді дақылдар қолданылса, алдымен крахмал ферментативті реакция нәтижесінде бөлініп, қантқа айналады. Бұл құргак барда түрінде жанама өнімнің пайда болуына әкеледі, оның құрамында шамамен 30 % акуыз бар, сондыктan жануарлардың құнды тамагы болып табылады [7]. Қант қызылшасынан биоэтанол өндіруде қалдықтар – бұл мал азығы немесе тыңайтқыш ретінде пайдаланылатын

қант қызылшасының бардасы мен целлюлозасы. Спиртten кейінгі бардтың бір килограмына биоэтанолдың бір литрін өндіреді. Осылайша, қант қызылшасының бір гектарынан отынның мөлшері алынады, ол 80 000 км асады, ал алынған жем бір сиырға шаққанда 9 айға жетеді.

Материалдар және зерттеу әдістері

Солтүстік Қазақстан елеулі аумақтарға бөлінген және электр, сондай-ақ жылу энергиясының энергетикалық ресурстарын тұтынушылар болып табылатын дамыған ауыл шаруашылығымен сипатталады. Осыған байланысты елді мекендер мен шаруашылықтарды өз энергия көздерімен қамтамасыз ету қажеттілігі туындаиды. Биоэнергияның көзі дәнді және майлы дақылдардың қалдықтары, қарбызы, қатты тұрмыстық қалдықтар болуы мүмкін.

Тек Қостанай облысында жыл сайын дәнді және майлы дақылдар өсіріледі (1-кесте), олардың қалдықтары елеулі және оларды биоэтанол алу үшін пайдалануға болады.

Қазақстанның аграрлық секторы дәстүрлі турде халықтың тұтынуы үшін қарбызы өсірумен айналысады. Соңғы жылдары бақша дақылдары үшін егіс алқаптарының шамамен 40 % өсіу байқалады. Қазақстанда бақша дақылдарын өндіру халықтың қажеттілігін толық қамтамасыз етеді.

Кесте 1 – Ауыл шаруашылығы дақылдарынан биоэтанол өндіру әлеуеті

Биомасса түрі	Жалпы жиыны, мың т.	Қалдықтар саны, мың т.	Этанолдың шикізат тоннасына шығуы	Барлық этанолдың шығуы, т	1 тонна бағасы, теңге	Жиыны, мың теңге
Астық тұқымдаст мәдениет	4454,56	668,184	455	304023,7	52 780	16 046 371,9
Дәндік жүгері	125,06	18,759	412	7728,708	49 010	378 783,9
Қарбызы	205,83	41,166	21	864,486	36 569	31 613,4
Картоп	373,31	37,331	94	3509,114	60 320	211 669,8
Жиыны						16 636 825,6

Қарбыздың 20 % астамы «тауарлық» көріністің болмауына байланысты сөрелерге түсіпейді: олар бүлінген немесе дұрыс емес пішінді. Мұндай жидектерді биоэтанолды өндіру үшін пайдалануға болады. Этanol алу үшін биомассаның осы көздерінен басқа, шөп, сабан және мәдени өсімдіктердің жемістерін пайдалана аласыз: алма, шие, алмұрт. Солтүстік Қазақстан аймағында құрт континенталды климатқа қарамастан, қалдықтар мен сапасыз жемістерді этanol өндіру үшін пайдалануға болатын жеміс өсіріледі [8].

Жүргізілген зерттеу ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтарын биоэтанолға өндедін орындылығын көрсетеді.

Қатты тұрмыстық қалдықтардың пайда болу нормалары қабылданады (ҚТҚ):

- қала тұрғындары үшін – 1,2 кг/адам·тәулігіне 50 % ылғал кезінде;
– ауыл тұрғындары үшін – 0,52 кг/адам·тәулігіне (ауылдық жерлерде тамақ қалдықтары үй жануарлары мен құстардың жемі үшін пайдаланылады және қалдықтардың құрамына кірмейді деп болжанады).

Жылу шығару қабілеті (ҚТК) құрғақ заттың (ҚТК) бір тоннасына 0,2 ш.о.т. (мұнай баламасына) тең деп қабылданады. Ілғалдылығы 50 % болатын тұрмыстық қалдықтар құрғақ деп саналады [9].

«Атамекен» ұлттық қәсіпкерлер палатасының деректері бойынша 2018 жылға қарай Қазақстанда 43 млрд. тоннадан астам өндіріс және тұтыну қалдықтары жинақталған, олардың тек 9 % ғана қайта өнделеді. Көбінесе біздің елде олар қағазға, шиналарға және пластиктің кейбір түрлеріне жаңа өмір береді. Ірі қалаларда қоқысты бөлек жинау науқаны басталды, жаңа өндеу зауыттары іске қосылды. Мұндағы басты шикізат-қайта өнделген макулатура. Қағаз-қаптама қоқысы бүкіл Қазақстан бойынша жиналады: өнгіме тек 14 облыс орталығы мен республикалық маңызы бар 3 қала туралы ғана емес. Ресейдің кейбір шекаралас аймақтарында серіктестер де бар.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өндеу нәтижесінде миллион тоннага жуық этанол алуға болады (2-кесте). Егер әрбір үшінші тұрғын жылына екі килограмм газет пен журнал тұтынады деп болжасақ, онда қосымша алты жұз тоннадан астам этанол алуға болады.

Кесте 2 – ҚТК-дан биоэтанол өндіру өлеуеті

Биомасса түрі	Жалпы жиын, мың т.	Этанолдың шикізат тоннасына шығуы	Этанолдың шығуы, т	Тоннаның бағасы, тенге	Жиыны, мың тенге
ҚТК	55671,52	17	946415,8	9 425	8919969292
Газеттер мен журналдар	22,182	29	643,278	5 655	3637737

Нәтижелер және талқылау

Жоғарыда келтірілген есептеулер көрсеткендегі, аймақтың елді мекендері аймақтың энергия көздеріне қажеттілігін толық немесе ішінәра қамтамасыз ете алады [10]. Егер Қостанай қаласының полигондарына жыл ішінде миллион тоннага жуық тұрмыстық қатты қалдықтар жағылатынын ескеретін болсақ, онда қалдықтарды пайдалану қаланды толығымен отынмен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижесінде қорытынды жасауға болады:

- ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтарын биоэтанолға қайта өндеу шаруа қожалықтарына жаңартылатын энергияның қосымша көзін алуға мүмкіндік береді;

- алынған, экологиялық таза отын тұтынушылардың орталық газбен жабдықтаудан қашықтығы жағдайында жылу және электр энергиясын өндіру үшін пайдаланылуы мүмкін;

Қорытынды

Бұл мақалада энергия ресурстарын үнемдеуден басқа, мұндай көз қалдықтарын өндеу, қатты тұрмыстық қалдықтарды биоэтанолға өндеу әдістері, адамның өмір сүру процесінде биоэтанол алуға, содан кейін жылу және электр энергиясын алуға жарамды қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өндеу технологиясы ұсынылды.

Ауыл шаруашылық қалдықтарын салыстырмалы түрде арзан биоэтанолды өндіру үшін пайдалануға болатындығы көрсетілді. Биоэтанол өндірісінің қалдықтары мал азығына жарамды, бұл ауылдық жерлер үшін және коршаган ортага экологиялық жүктемені азайту үшін де маңызды. Ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтарын биоэтанолға қайта өндеу шаруа қожалықтарына жаңартылатын энергияның қосымша көзін алуға, алынған экологиялық таза отын, тұтынушылардың орталық газбен жабдықтаудың қашықтығы жағдайында жылу және электр энергиясын өндіру үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Пайдаланған деректер тізімі

1 **Rocha-Meneses, L., Raud, M., Orupxld, K. & Kikas, T.** Производство биоэтанола второго поколения [Текст] // Агрономические исследования. – Тарту, 2017. – 15(3). – С. 830–847.

2 **Кундас, С.П., Позняк, С.С., Шенец, Л.В.** Возобновляемые источники энергии [Текст]: Учебник – Минск, 2009. – 315 с.

3 **Сибикин, Ю.Д., Сибикин, М.Ю.** Нетрадиционные возобновляемые источники энергии [Текст]: Учебник – М., 2009. – 232 с.

4 **Четошинкова, Л.М.** Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учебное пособие – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 69 с.

5 **Yang, Ziqi, Wu, Yuanqing, Zhang, Zisheng.** Recent advances in cothermochanical conversions of biomass with fossil fuels focusing on the synergistic effects [Text] // Renewable & sustainable energy reviews Book 103, Published : APR – 2019. – P. 384–398.

6 **Girones, V.C. & Peduzzi, E.F.** On the Assessment of the CO₂ Mitigation Potential of Woody Biomass [Text] // Frontiers in Energy Research : book 5 – Article No. : UNSP 37 Published : JAN 24., 2018.

7 **McKendry, P.** Energy production from biomass : conversion technologies. – 2002. – P. 47–54.

8 **Ismuratov, S.B., Bedych,T.V., Glushchenko, T.I.** Forecasting model for capacity of autonomous power station [Text] // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. India –2019. – P. 613–619.

9 **Glushchenko, T., Bedych, T., Podvalnyy, V. & Cherkasov, Y.** The structure of closed energy cycle with self- regenerating soil fertility [Text] // Atlantis press Advances in Intelligent Systems Research, International Scientific and Practical Conference Digitization of Agriculture – Development Strategy. – Paris, 2019. – P. 306–309.

10 **Chandra, R., Takeuchi, H. & Hasegawa, T.** Methane production from lignocellulosic agricultural crop wastes : A review in context to second generation of biofuel production [Text] // Renewable and Sustainable Energy Reviews 16(3). – 2012. – P. 1462–1476.

References

1 **Rocha-Meneses, L., Raud, M., Orupxld, K. & Kikas, T.** Proizvodstvo bioetanola vtorogo pokoleniya [Second-generation bioethanol production] [Text]. In Agronomic Research. – Tartu, 2017.15 (3), P. 830–847.

2 **Kundas, S.P., Poznyak, S.S., Shenets, L.V.** Vozobnovlyayemye istochniki energii : Uchebnik [Renewable energy sources: Textbook] [Text]. – Minsk, Belarus, 2009. – 315 p.

3 **Sibikin, Yu.D., Sibikin, M.Yu.** Netraditsionnye vozobnovlyayemye istochniki energii : uchebnik [Non-traditional renewable energy sources : Textbook] [Text]. – M., 2009. – 232 p.

4 **Chetoshnikova, L.M.** Netraditsionnye vozobnovlyayemye istochniki energii: uchebnoe posobie [Non-traditional renewable energy sources: Textbook] [Text]. – Chelyabinsk : Publishing house of SUSU, 2010. – 69 p.

5 **Yang, Ziqi, Wu, Yuanqing, Zhang, Zisheng.** Recent advances in cothermochemical conversions of biomass with fossil fuels focusing on the synergistic effects [Text] // Renewable & sustainable energy reviews Book 103, Published : APR – 2019. – P. 384–398.

6 **Girones, V.C. & Peduzzi, E.F.** On the Assessment of the CO₂ Mitigation Potential of Woody Biomass [Text] // Frontiers in Energy Research : book 5 – Article No. : UNSP 37 Published : JAN 24., 2018.

7 **McKendry, P.** Energy production from biomass : conversion technologies. – 2002. – P. 47–54.

8 **Ismuratov, S.B., Bedych,T.V., Glushchenko, T.I.** Forecasting model for capacity of autonomous power station [Text] // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. India –2019. – P. 613–619.

9 **Glushchenko, T., Bedych, T., Podvalnyy, V. & Cherkasov, Y.** The structure of closed energy cycle with self- regenerating soil fertility [Text] // Atlantis press Advances in Intelligent Systems Research, International Scientific and Practical Conference Digitization of Agriculture – Development Strategy. – Paris, 2019. – P. 306–309.

10 **Chandra, R., Takeuchi, H. & Hasegawa, T.** Methane production from lignocellulosic agricultural crop wastes : A review in context to second generation of biofuel production [Text] // Renewable and Sustainable Energy Reviews 16(3). – 2012. – P. 1462–1476.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

**T. И. Глущенко¹, Т. В. Бедыч², З. К. Абдикулова³, Б. К. Сакенов⁴*

^{1,4}Костанайский региональный университет

имени А. Байтурсынова, Республика Казахстан, г. Костанай;

²Костанайский инженерно-экономический университет

имени М. Дулатова, Республика Казахстан, г. Костанай;

³Международный казахско-турецкий университет

имени Ходжи Ахмеда Ясави, Республика Казахстан, г. Туркестан.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

РЕСУРСЫ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА

В статье рассмотрены вопросы использования возобновляемой энергии для производства биоэтанола. Костанайская область является развитой сельскохозяйственной областью. Большая часть земель занята под посевные площади зерновых культур и кукурузы, масличных культур и овощей. В процессе производства, транспортировки, хранения и переработки аграрных культур значительная часть выращенных приходит в негодность. Использование которых, в дальнейшем, не представляется возможным по основному назначению. Зачастую некондития остается на полях гнить или выбрасывается. Рассмотренный в статье материал показывает, что отходы сельскохозяйственного производства можно использовать для производства относительно недорогого биоэтанола. В регионе большая часть населения являются сельские жители. Населенные пункты отдалены друг от друга на большие расстояния. Для обеспечения потребностей сельских жителей, инфраструктуры сельской местности, было бы рациональным использование биоэтанола в качестве источника электрической

и тепловой энергии. Отходы производства биоэтанола пригодны для корма скоту, что так же важно для сельской местности и для снижения экологической нагрузки на окружающую среду. В процессе жизнедеятельности человека создаются твердые бытовые отходы, которые так пригодны для получения биоэтанола, а затем для получения тепловой и электрической энергии. Приведенные расчеты показывают целесообразность переработки твердых бытовых отходов в биоэтанол. Страны Евросоюза успешно развивают технологии по производству биоэтанола и синтетических видов топлива, используя исследования своих ученых. Казахстан, имея опыт возделывания масличных культур и необходимые посевные площади может успешно развивать отрасль производства биоэтанола.

Ключевые слова: биомасса, биоэтанол, твердые бытовые отходы, осадки сточных вод, возобновляемые источники энергии.

*T. I. Glushchenko¹, T. V. Bedych², Z. K. Abdikulova³, B. K. Sakenov⁴

^{1,4}Kostanay Regional University named after A. Baitursynov,
Republic of Kazakhstan, Kostanay;

²Kostanay Engineering and Economic University
named after M. Dulatova, Republic of Kazakhstan, Kostanay;

³Khoja Ahmet Yasawi International Kazakh-Turkish university,
Republic of Kazakhstan, Turkestan.

Material received on 12.06.21.

BIOMASS RESOURCES FOR PRODUCTION OF BIOETHANOL

This article describes using renewable energy for bioethanol production. Kostanay Region is a developed agricultural region. Most part of its area is under grain crops and corn, oil crops and vegetables. In the course of production, transportation, storage and processing of agricultural crops, a large part of them becomes unsuitable for use; in future they cannot be used for the intended purpose. Substandard product often stays in the fields to rot or is thrown away. Information considered in this article demonstrates that agricultural waste can be used to produce rather inexpensive bioethanol. Most part of the population in this region is rural. Settlements are far apart from each. It would be reasonable to use bioethanol as a source of electric and thermal energy to meet the needs of rural residents and infrastructure. Wastes from bioethanol production can be used for feeding animal stock what is also important for rural areas and reduces environmental burden. In the course of human

life, solid waste is formed that is suitable for producing bioethanol, and consequently, for generating thermal and electric energy. Presented calculations show the feasibility of processing municipal solid waste into bioethanol. EU countries successfully use researches performed by their scientists for developing technologies for the production of bioethanol and synthetic fuels. Kazakhstan, with its experience in cultivation of oilseeds and required planted area, can successfully develop bioethanol industry.

Key words: biomass, bioethanol, municipal solid waste, sewage sludge, renewable energy sources.

<https://doi.org/10.48081/UHPJ6988>

***К. У. Жетпісбаев¹, Д. Е. Ускенбаев², А. С. Ногай³,
Т. Г. Сериков⁴, А. С. Толегенова⁵**

¹ЖШС «NTS Design», Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

^{2,3,4,5}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ АСҚЫНӨТКІЗГІШ МАТЕРИАЛДАРЫ НАНОҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРИНЕ ӘСЕРІ

Жұмыстың негізгі мақсаты ретінде наноөлшемді қоспаларды ЖТАӨ материалы құрамына ендіру арқылы асқыноткізгіштің негізгі қасиеттері – критикалық температурасы мен ток тығыздығы мәйдерін жасаудар. Аталған жұмыста $(Bi_{1.6}Pb_{0.4})_2Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ висмут қоспасынан тұратын ЖТАӨ материалы (бұдан әрі - BPSCCO) қатты фазалық және бірлесін тұндыры әдістері арқылы алынды. Пиннингтік нүктелердің жасау ушин наноөлшемдік $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ және $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (бұдан әрі – CZFO, NZFO) материалдары қоспасы BPSCCO сынамасы салмағының 0,1 % массасындағы мөлшерде пайдаланылды. Фазалық талдау рентгендік дифрактометрдің комегіне жасалды.

Кілттің сөздері: ЖТАӨ материалдары, критикалық температура, критикалық ток тығыздығы, пиннингті нүктелер, қатты фазалық әдіс, бірлесін тұндыры әдістері, наноөлшемдік қоспалар.

Кіріспе. Қазіргі кезде ЖТАӨ материалдары электроникада, энергетикада, көліктерді үдетеуге арналған ехникаларда және т.с.с. бағыттарда кең қолданысқа ие болды. Олардың ішінде керамикалық висмут және иттрий-барий қоспалы ЖТАӨ материалдары (күрделі купрраттар негізіндегі) ток тасымалдаушы сымдар мен кабельдерді, индуктивтілік катушкаларды, көлемдік резонаторларды т.с.с. құрастыруға қолданылады. Алайда сыртқы магнит өрісінің жағынан критикалық ток мәнінің жоғары болмауынан олардың кең көлемдегі қолданысы шектеулі болып отыр. Сонымен катар, BPSCCO висмутқоспалы және YBCO иттрий-барий қоспалы ЖТАӨ материалдарың критикалық тогы температура және сыртқы магнит өрісі әсеріне тәуелді болатын қасиетке ие екендігі белгілі.

Бұл қасиет критикалық токтың жоғарғы тығыздығын қамтамасыз ететін магниттік құйындардың пиннингті күштерін әлсіреттін күшті термиялық флюктуацияларының жағдайынан болады. Сондықтан ЖТАӨ материалдарын құрылымдық зерттеудегі ең негізгі есептердің өзектілігі ретінде критикалық токты жоғарылататын эффективті пиннингті орталықтардың рөлін атқаратын құрылымдық дефектілердің жасау болып табылады. Ві-ЖТАӨ материалдарында кристалл құрылымдарының қабатты сипатта орналасқандықтан, критикалық токтың күрделі анизотропия қасиеті тән болады. Когеренттілік ұзындығына шамалас болатын наноденгейдегі неесе атодық-кристаллдық деңгейдегі дефектілер пиннингті орталықтар ретінде қарастырылады. ЖТАӨ материалдарындағы жасанды пиннингті орталықтарды құрастырудың негізгі бірнеше әдістері болады:

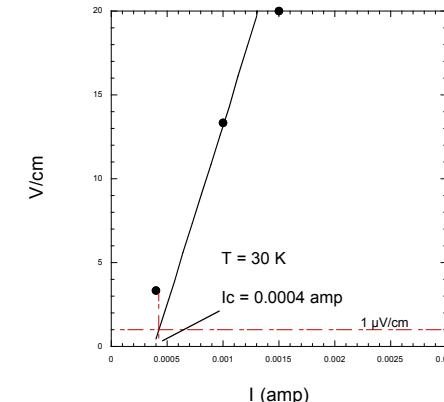
- материалға косалар мен қосындыларды енгізу;
- радиациалық әсер ету;
- жасанды планарлы (сонымен қатар реттелген) дефектілердің құрылымын құрастыру.

Асқыноткізгіштік матрицаға пиннингті орталықтарды құрастыру мақсатында қоспаларды ендіруді көптеген әдістермен жүзеге асыруға болады. Негізгі мәселелердің бірі ретінде критикалық температура T_c мәнін кемітіп алмай эффективті пиннинг орталықтарының концентрациясына жету арқылы ток тығыздығының J_c жоғарылату болып табылады. Қоспалардың ынғайлы концентрациясын, дисперстігін және түрлі іздеу арқылы T_c төмендауі мен жоғарылауы арасындағы ортақ келісімді табу қажет. Сондықтан аталған жұмыстағы негізгі стратегиясының бірі ретінде құйындардың пиннингтік құшін арттыру мақсатында әртүрлі нано қоспаларды қосу арқылы наноөлшемді дефектілердің түімді нұсқасын табу болып табылады. Наноқоспалардан жасалған дефектілердің радиациялық дефектілерден айырмашылығы пиннингті орталықтардың концентрациясының қоспа құрамына химиялық өзгешелігіне емес, оның физикалық қасиеттеріне (парамагнетиктер, диамагнетиктер, суперпарамагнетиктер) тәуелді болуында. Бұл жерде екі маңызды заңдылықты атап ету қажет. Қоспалардың өте аз мөлшерінде (0,1-0,5 %) асқыноткізгіштік критикалық қасиеттеріне он әсер беретіндігінде. Одан әрі қарай қоспа мөлшерін арттыру кезінде іздеңген динамика кері нәтиже беретіндігі анықталды.

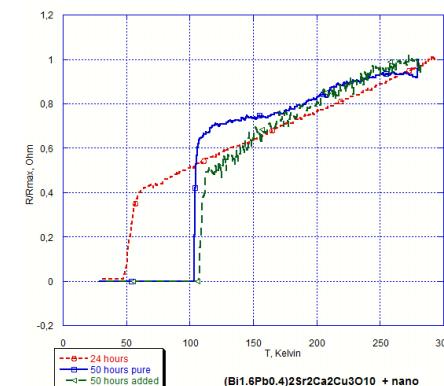
Тәжірибелік бөлім. Осы жұмыста наноөлшемді магниттік материал CZFO және NZFO қоспа ретінде пайдаланылды. Магниттік наноматериал магниттік тор мен магниттік текстура арасындағы өзара әсерлесу арқылы асқыноткізгіштік критикалық токтың тығыздығының артуына ықпал етуі мүмкін. Антиферромагнитті $Ca-Fe_2O_3$, ферромагнитті – Fe_3O_4 және диамагнитті ZnO қоспа ретінде қолданудың нәтижесінде BPSCCO критикалық температура мен

kritikałyq tok tyfyzdylynyň artuyna aeklдi. Kүrdelі magnittik oksidter piniňgitk ortalyktyň dïngeri retinde tiimdi material etinde қoldanufa boladys. Olar kushgi құrylymдық, elektronдық, және magnittik, tipti iondyk erkiндik därejelerinің kushgi äserlesusine negizdelgen қasietterdïc köptegen türlerine ie [1-4]. Osysan deýingi жумыстарда $Cu_{0.5}Tl_{0.5}Ba_2Ca_2Cu_3O_9$ құрамына жалпы массасының 0.08 % etip CZFO құspасын ендіргенде kritikałyq temperatura məni 3,35 % жәne tiimdi defectilerdïc koncentrasiyasynyң artu aňkatalfan edi. Sondyktan osysa жумыста CZFO taňdalды, себебі ol nanoleshemde eñ tiimdi súperparamagnit, soňmen қatar, ol ferrittik жәne ferromagnittik нұska retinde қoldanyladys. Eger nano қospansyň өлшемi – d magnittik өriştii ЖТАӘ materiali bойына λ – enu terendiginen kishi жәne ξ – kogerenttik ұzyndylynan үлкен болғan jaғdайda kritikałyq tok tyfyzdyly – J_c жоғарылайды degen tұjkyrymdy pайдаланамыз [5-6]. Soňmen қatar, d – defectiniң өлшемi ξ – kogerenttik ұzyndyly məniňe jaqynadaan сайын aғyinnyң piniňgitk kushi жоғарылай tүsedi degen tұjkyrymdy da қoldanufa boladys [7]. BPSCCO үshin ξ – kogerenttik ұzyndyly 2,9 nm, λ – enu terendigine 60-1000nm құрайды. Buл жумыста nanoølshemderi 5nm bolatyn Bi-2223 ЖТАӘ materiali қoldanyladys. Buл өлшем ($\xi < d < \lambda$) шартын orыndайды. ЖТАӘ materialdarды қattы fazalыk жәne birlesip tündyry әdisteri arkyly alynndy. Synamalap tabletka жәne lenta pişindерinde ezirlenend. Synamalap 24, 50, 100 жәne 125 safattiyak uacyttarynda 850 °C temperatursasynda kuidiru arkyly ezirlenend. Tört zond әdisi arkyly elektrilik kedergisi ankytalalsa, kritikałyq tok tyfyzdyly mənderei (1) formula men 1-surette körsetilgen әdisi arkyly aňkataldy. Kederginiң temperaturaiga tœuelidlilik funkciyası Geliy gazymen salkyndatylatyn «Cryo Industry REF-1808-ACS» tulykatalfan kriokamerasymen жәne tempeatura өlshegiș «Lake Shore Model 340» құrylylylarымен aňkatalyp, kritikałyq temperaturasы өlshend (2-suret). Synamalardyn fazalыk қasietteri elektronды skanerleushi mikroskop жәne rentgenidik difraktometrmen zerttelid (3-7-suretter). 24 safatta ezirlenengen synaanaňy kritikałyq temperaturasы ЖТАӘ materialina jaqyn tempeaturadan tömen bolды [8-11].

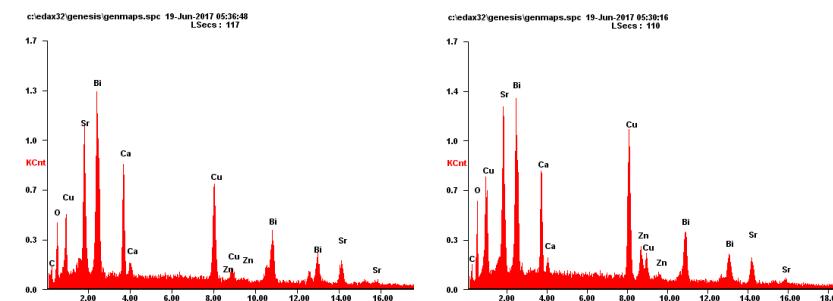
$$J_c = \frac{I_c}{A(cm^2)} \quad (1)$$

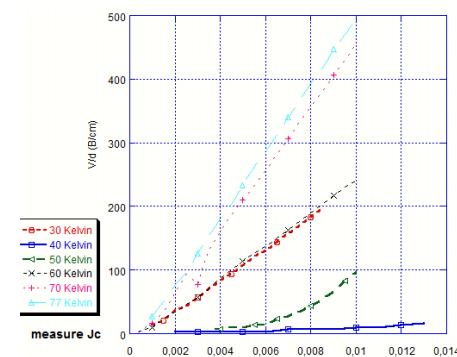
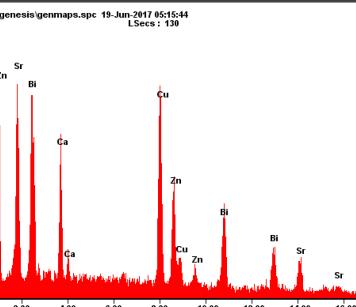
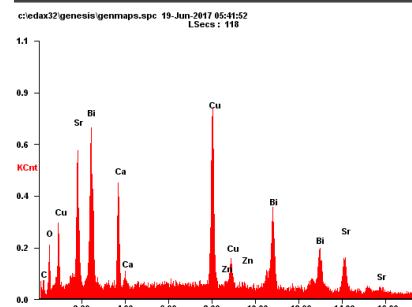


Сурет 1 – Зерттеу нәтижелерін қoldanu аркылы kritikałyq tok tyfyzdyly məniň aňkatau әdisi.



Сурет 2 – BPSCCO materialyna CZFO nanoølshemde қospansy eñdiru





Кесте 1 – Ток тығыздығын анықтау

NZFO (wt%)	a (Å)	b (Å)	c (Å)	V_{2223} (%)	V_{2212} (%)	$T_{c\text{-onset}}$ (K)	$T_{c\text{-zero}}$ (K)	ΔT_c (K)	$T_{c'}$ (K)	T_p (K)	$J_{cs}(T_p)$ (A cm ⁻²)	$J_{ci}(40 \text{ K})$ (A cm ⁻²)	$J_{ci}(77 \text{ K})$ (A cm ⁻²)
0.24 h	5.462	5.395	36.66	85	15	111	102	9	102	83	23	1.39	0.61
0.02 24 h	5.476	5.338	37.05	85	15	112	102	10	102	92	19	2.10	1.05
0.04 24 h	5.462	5.397	36.94	90	10	110	101	9	102	94	21	2.45	1.33
0.10 24 h	5.494	5.332	36.95	90	10	112	103	9	103	93	20	1.22	1.73
0.48 h	5.494	5.331	36.95	89	11	113	105	8	105	94	21	1.83	0.98
0.02 48 h	5.465	5.301	36.86	90	10	111	103	8	104	93	21	5.30	3.30
0.04 48 h	5.464	5.287	36.88	90	10	114	105	9	103	94	21	4.59	2.80
0.10 48 h	5.480	5.348	36.97	90	10	113	103	10	103	95	19	1.75	1.23

Корынды. 50 сағатта әзірленген сынамалардың нанокұрылымды қоспасы жоқ және бар мәндерін салыстырганда байқалатыны – критикалық температура мәні қоспаның арқасында жоғарылағандығын анықтауга болады. Рентгендік дифрактометрдің нәтижесінде алынған мәліметтерді талдау

барысында 125 сағаттық күйдіру кезінде кристаллдық торлардың өлшемдері кішірейтіндігі анықталды. Алайда критикалық температура мәні тек 100 сағаттық әзірлеу кезінде ғана жоғары мәнді көрсете алды. 24 және 50 (48) сағаттық сынаманы (таблетканы) қолдану арқылы тұрақты 30, 40, 50, 60, 70, 77 К температуаларында ток тығыздығы мәндерін анықталды.

Берілген жұмыс AP09260251 ҚР БФМ ғылыми жоба аясында орындалған.

Пайдаланған деректер тізімі

- Kong, W., Abd-Shukor, R. // J. Elect. Mat. 36(12). – 2007. – P. 1648.
- Rush J.P., May-Miller C.J., Palmer K.G.B., Rutter N.A., Dennis A.R., Shi Y.H., Cardwell D.A. and Durrell J.H. Transport in Bulk Superconductors : A Practical Approach// IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – 2016. – P. 26.
- Agail A. and Abd-Shukor R. Effect of Different Nanosized NiO Addition on Ag-Sheathed (Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ // Superconductor Tapes Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. – 2013. – P.1273-1277.
- Abd-Shukor R., Kong I., Lim E.L., Mizan N.A., Alwi H.A., Jumali M.H. and Kong W. Enhanced Critical Current Density of FeF₂ Added YBa₂Cu₃O_{7-δ}// Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. – 2012. – P. 957-960.
- Abd-Shukor R. and Kong W. Magnetic field dependent critical current density of Bi–Sr–Ca–Cu–O superconductor in bulk and tape form with addition of Fe₃O₄ magnetic nanoparticles // Journal of Applied Physics. – 2009. – P. 301-308.
- Nabil, A.A. Yahya, Abd-Shukor R. // J. Supercond. – 2014. – P. 329.
- Agail,A., Abd-Shukor, R.// Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.–2013.–P. 501.
- Azman, N.J., Abdullah, H., Abd-Shukor, R. // Adv. Cond. Mat. Phys. Art. No. 498747. – 2014.
- Zhetpisbaev K., Kumekov S., Nurul Raihan Mohd Suib and R. Abd-Shukor. Effect of complex magnetic oxides nanoparticle on (Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ // Superconductor prepared by co-precipitation method. Journal American institute of Physics/Conference Proceedings. – 2017. – Vol.1838. – №1. – P. 020009(1-5).
- Жетпісбаев К.Ү., Кудайберген К.Б., Байгисова К.Б., Алжамбекова Г.Т., Сарсембаев Б.Д. Влияние наноструктуры на свойства ВТСП. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан/ Серия физика. – 2017. – № 4.
- Zhetpisbaev K., Kumekov S., Nurul Raihan Mohd Suib and R. Abd-Shukor. Effect of Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ Nanoparticle on AC Susceptibility and Electrical Properties of YBa₂Cu₃O₇ Superconductor // Int. J. Electrochem. Sci. – 2019. – P. 279-286.

References

- 1 Kong, W., Abd-Shukor, R. // J. Elect. Mat. 36(12). – 2007. – P. 1648.
- 2 Rush J.P., May-Miller C.J., Palmer K.G.B., Rutter N.A., Dennis A.R., Shi Y.H., Cardwell D.A. and Durrell J.H. Transport in Bulk Superconductors : A Practical Approach// IEEE Transactions on Applied Superconductivity. – 2016. – P. 26.
- 3 Agail A. and Abd-Shukor R. Effect of Different Nanosized NiO Addition on Ag-Sheathed (Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ // Superconductor Tapes Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. – 2013. – P.1273-1277.
- 4 Abd-Shukor R., Kong I., Lim E.L., Mizan N.A., Alwi H.A., Jumali M.H. and Kong W. Enhanced Critical Current Density of FeF₂ Added YBa₂Cu₃O_{7-δ} // Journal of Superconductivity and Novel Magnetism. – 2012. – P. 957-960.
- 5 Abd-Shukor R. and Kong W. Magnetic field dependent critical current density of Bi–Sr–Ca–Cu–O superconductor in bulk and tape form with addition of Fe₃O₄ magnetic nanoparticles // Journal of Applied Physics. – 2009. – P. 301-308.
- 6 Nabil, A.A. Yahya, Abd-Shukor R. // J. Supercond. – 2014. – P. 329.
- 7 Agail,A.,Abd-Shukor, R.//Appl. Phys. A Mater. Sci. Process. – 2013.–P. 501.
- 8 Azman, N.J., Abdullah, H., Abd-Shukor, R. // Adv. Cond. Mat. Phys. Art. No. 498747. – 2014.
- 9 Zhetpisbaev K., Kumekov S., Nurul Raihan Mohd Suib and R. Abd-Shukor. Effect of complex magnetic oxides nanoparticle on (Bi_{1.6}Pb_{0.4})Sr₂Ca₂Cu₃O₁₀ // Superconductor prepared by co-precipitation method. Journal American institute of Physics/Conference Proceedings. – 2017. – Vol.1838. – №1. – P. 020009(1-5).
- 10 Zhetpisbayev K.U., Kudaybergen K.B., Baygisova K.B., Aldzhambekova G.T., Sarsembayev B.D. Vliyaniye nanostruktur na svoystva VTSP. [Influence of nanostructure on HTSC properties]. Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan / Physics Series. – 2017. – No. 4
- 11 Zhetpisbaev K., Kumekov S., Nurul Raihan Mohd Suib and R. Abd-Shukor. Effect of Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ Nanoparticle on AC Susceptibility and Electrical Properties of YBa₂Cu₃O₇ Superconductor // Int. J. Electrochem. Sci. – 2019. – P. 279-286.

Материал 12.06.21 баспаға тұсті.

*К. У. Жетпісбаев¹, Д. Е. Ускенбаев², А. С. Ногай³,
Т. Г. Сериков⁴, А. С. Толегенова⁵
¹ТОО «NTS Design», Республика Казахстан, г. Нур-Султан;
²Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан.
Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОСТРУКТУРЫ НА СВОЙСТВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной работе рассматривается влияние наноразмерного примеси на структуру материала ВТСП, были определены основные свойства сверхпроводника - критическая температура и уменьшение величины тока проводимости. Транспортная критическая плотность тока, J_{cr} была измерена с использованием критерия никель-цинкового феррита $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (NZFO) на сверхпроводник $Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ (Bi -2223). Для получения точки пиннинга наноразмерности были использованы примеси $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ и $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ образец массой 0,1 %. С помощью рентгеновской дифрактометра было проведено фазовый анализ.

Ключевые слова: ВТСП материалы, , критическая температура, плотность критического тока, пиннинговые центры, твердофазовые методы, наноразмерные добавки.

*K. U. Zhetpisbayev¹, D. E. Uskenbayev², A. S. Nogai³,

A. S. Tolegenova⁴, T. G. Serikov⁵

¹ LLP «NTS Design», Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

² S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

Material received on 12.06.21.

STUDY OF THE INFLUENCE OF NANOSTRUCTURES ON THE PROPERTIES OF HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING MATERIALS

In this paper, we consider the influence of a nanoscale impurity on the structure of a HTSC material, the basic properties of a superconductor – the critical temperature and the decrease in the conductivity current – were determined. The transport critical current density, J_{ct} , was measured using the $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ (NZFO) nickel-zinc ferrite criterion on a $Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr_2Ca_2Cu_3O_{10}$ (Bi -2223) superconductor. To obtain a pinning point of nanoscale, impurities $Co_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ and $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$ sample with a mass of 0.1 % were used. An X-ray diffractometer was used to conduct a phase analysis.

Keywords: HTSC materials,, critical temperature, critical current density, pinning centers, solid-phase methods, non-dimensional additives.

A. С. Звонцов

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО УРОВНЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ISO OSI НА ПРИМЕРЕ ПОРТАЛА TORAIGHYROV UNIVERSITY DOT.TOU.EDU.KZ И ВНЕШНЕГО МЕДИАРЕСУРСА YOUTUBE.COM

Основу изложения материала составляет фундаментальное рассмотрение основных аспектов идентификационного анализа телекоммуникаций с последующими исследованиями возможностей практической реализацией полученных решений методами формирования виртуальных информационных образов.

Приведённые в статье решения широкого круга практических задач идентификационного анализа телекоммуникаций обеспечивают получение новых научных данных об информационных процессах, что будет способствовать изучению закономерностей влияния пользовательского уровня на эффективность функционирования инфокоммуникационных систем.

Фундаментальную основу анализа составляют авторские методы теории визуализации: метод формирования визуальных информационных образов, метод моделирования оценок визуальных информационных образов, методы алгоритмизации информационных процессов.

Анализ пользовательского уровня модели ISO OSI позволяет провести динамику прохождения материала студентами: определение временного периода, статистику пользовательских устройств, тип просматриваемого материала (лекционный, практический, лабораторный).

Визуальное представление пройденных данных дает преподавателю наиболее полную картину о прохождении изученных тематик по выбранной дисциплине, группе или конкретному студенту. Также имеется возможность назначить аддитивную оценку знаний

по каждому разделу выбранного курса. Обратная связь показывает, что контингент обучающихся лучше осваивает лекционный и практический материал с применением предварительного и последующего просмотра авторского медиаконтента.

Ключевые слова: информационный идентификационный анализ, применение технологии идентификационного информационного анализа дискретных источников информации

Введение

И информационный анализ пользовательского уровня инфокоммуникационной сетевой модели ISO OSI является комплексным понятием, включающим обработку и передачу информации на основе информационного анализа идентификаторов.

Анализ ситуации показывает, что при дистанционном обучении в части идентификации пользователей в задачах обработки информации обходятся различными широкополосными каналами связи.

Приведем базовый пример реализации технологии идентификационного информационного анализа дискретных источников информации.

Материалы и методы

Общий план реализации включает в себя следующий комплекс заданий.

Задание 1: Определение ключевых характеристик источников текстового материала.

Задание 2: Информационный анализ медиаресурсов.

Основные параметры при выполнении задания 1 на примере дисциплины «Введение в телекоммуникации и основы научных исследований» приведены ниже.

Ключевые слова по текстовому материалу, по которым необходимо дать определения по тестам и письменно:

- стандартизация в области телекоммуникаций;
- эталонная модель взаимодействия открытых систем (BOC/OSI);
- проводные линии передачи;
- многоканальные телекоммуникационные системы;
- ANSI TIA EIA- 569-А;
- комплектация коммутационного оборудования;
- технологии FTTx и GPON.

Необходимая документация, в которой даны все необходимые определения, приведена в графе «Документы» соответствующего окна «Уроки по курсу» показаны на рисунке 1.

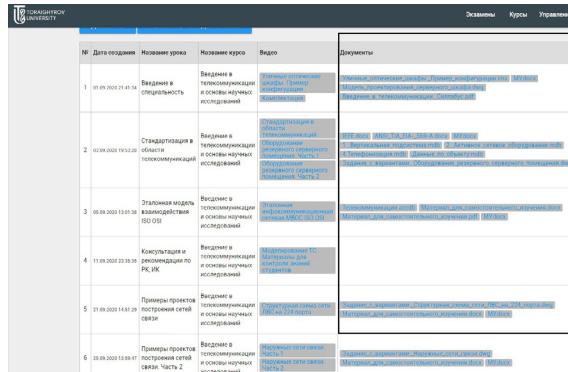


Рисунок 1 – Диалоговое окно «Уроки по курсу»

Далее приведена статистика динамики успеваемости групп, изучающих данный курс в таблице 1.

Таблица 1 – Доля успеваемости групп в разрезе по отношению к использованию медиаресурсов

№ п/п	Курс	Урок	Доля имеющих более 80% правильных ответов по отношению к медиаресурсам		Доля имеющих более 80% письменно изложенного материала по отношению к медиаресурсам	
			До просмотра	После просмотра	До просмотра	После просмотра
1	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Стандартизация в области телекоммуникаций	0,44	0,88	0,56	0,91
2	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Введение в специальность	0,41	0,82	0,53	0,98
3	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Эталонная модель взаимодействия ISO OSI	0,64	0,88	0,64	0,88
4	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Примеры проектов построения сетей связи	0,59	0,97	0,78	0,93

5	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Примеры проектов построения сетей связи. Часть 2	0,63	0,95	0,72	0,94
6	Введение в телекоммуникации и основы научных исследований	Оптические линии связи и пассивные компоненты ВОСП	0,69	1,0	0,85	0,98

При выполнении задания 2 воспользуемся аналитическими данными, взятыми в соответствующих настройках канала медиаресурса.

При переходе к видеоматериалам, представленных в графе «Видео» рисунка 1, проанализируем внешние источники трафика – сторонние ресурсы, где размещены видеоматериалы. Данный анализ показан на рисунке 2.

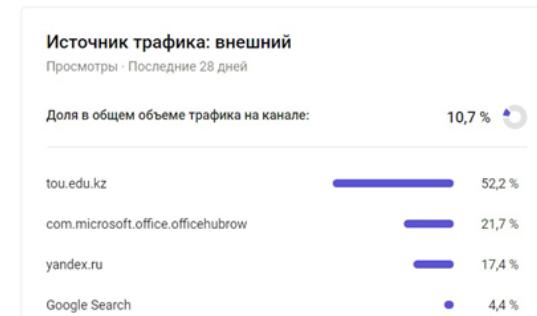


Рисунок 2 – Анализ источников трафика

Результаты и обсуждение

Как видно, переход к внешним медиаресурсам в большинстве осуществляется с портала университета tou.edu.kz, что увеличивает масштаб геолокационной направленности со сторонних серверов.

Проанализируем медиаконтент на моем канале по всем дисциплинам, фрагмент которого показан на рисунке 3.

Название видео	Время публикации видео	Просмотры	Время просмотра
1 Уличные оптические шкафы Пример конфигурации		53	
4 Стандартизация в области телекоммуникаций		43	
5 Эталонная информационно-коммуникационная система ИБОС ISO OSI		36	
6 Консультации и рекомендации по подготовке к экзамену		30	
7 Введение о специальности. Консультации и рекомендации по подготовке к экзамену		25	
0 Лекция Технологии FTTx и GPON Общее представление		22	
9 2.1 Структурированные кабельные сети. Часть 2		19	
10 Волоконно-оптоволоконные решения		18	
11 Оборудование резервного серверного помещения. Часть 1		18	
12 Модель проектирования комплектации серверного шкафа с применением динамических блоков 1080р		18	
13 Симинар с рекомендациями по выполнению заданий		17	
14 2.1 Структурированные кабельные сети. Часть 1	Sep 28, 2020	16	
15 Структурированная сеть ИБС на 224 порта		16	
16 Введение		10	
17 Типы кабельных систем		15	
18 Информационные характеристики аналогового сигнала и канала связи		15	

Рисунок 3 – Фрагмент статистики медиаконтента

Исходя из данных, мой медиаконтент был просмотрен 1122 раза. Исходя из того, что у меня в данный момент времени обучается 58 человек, один фрагмент моего видеоконтента был просмотрен в среднем 19,33 раза

Самый кликабельный контент – контент с продолжительностью 30 минут – 60 минут, доля от общего просмотра составляет 62 %, или 696 раз. Такие данные мы получили, исходя из рисунка 4.

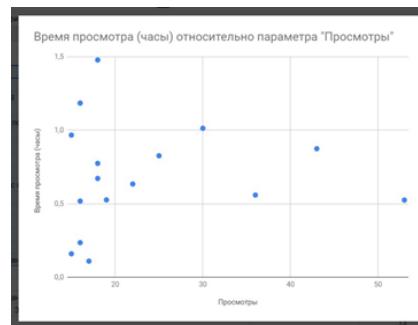


Рисунок 4 – Статистика просмотра медиаконтента

Весь свой медиаконтент я объединяю в плейлисты по названию дисциплин: «Введение в телекоммуникации и основы научных исследований», «Технологии цифровой связи», «Теория электрической связи», «Теория передачи электромагнитных волн», «Моделирование телекоммуникационных систем» и т.д.

Объединенные видео в плейлисты позволяет студентам лучше ориентироваться в изучаемом материале, переходить на смежные темы в формате доступа «в одном окне». К примеру, по дисциплине «Теория передачи электромагнитных волн» в формате одного плейлиста доступны темы: «Электрическое поле», «Магнитное поле», «Электромагнитные колебания и волны».

Статистика просматриваемости плейлистов показана на рисунке 5.

Источник трафика: плейлисты

Просмотры - Последние 28 дней

Доля в общем объеме трафика на канале:

35,7 %

Теория передачи электромагнитных волн

55,8 %

Теория электрической связи

41,6 %

Технологии цифровой связи

2,6 %

Рисунок 5 – Статистика просматриваемости плейлистов по дисциплинам в разрезе источника трафика

В каждый момент времени доступна статистика просматриваемости контента по дням, как показано на рисунке 6.

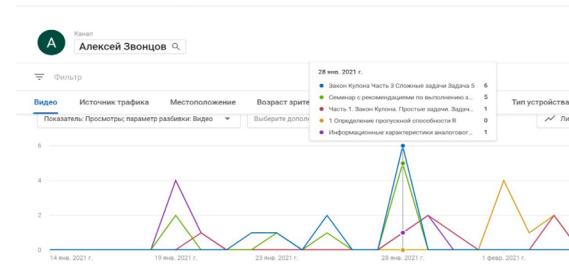


Рисунок 6 – Статистика просмотра видеоконтента за 28.01.2021 г.

Таким образом, по заданию 2 мы проанализировали внешние источники трафика, показанные на рисунке 7 и пришли к выводу, что самая большая доля от общего числа просмотров приходится на плейлисты медиаресурса и сторонний источник ссылок dot.tou.edu.kz по отношению к нему – 35,7 % и 41,2 % соответственно.

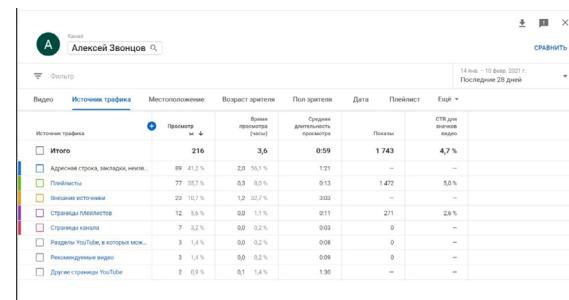


Рисунок 7 – Анализ внешних источников трафика

Выводы

Таким образом, была показана целесообразность использования медиаконтента в ходе изучения дисциплин базовой и профильной направленности по направлению подготовки «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

Список использованных источников

1 Величко, В. В., Субботин, Е. А., Шувалов, В. П. Телекоммуникационные системы и сети : Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. – Мультисервисные сети [Текст] // М. : Горячая линия-Телеком. – 2015. – 592 с.

2 Котенко, В. В. Информационный подход к оценке эффективности дискретных источников каналов [Текст] / В. В. Котенко, С. В. Котенко. // Известия ЮФУ. Технические науки. Научно-технический и прикладной журнал. – 2012. – №3(80). – С. 33 40.

3 Котенко, В. В. Технологии информационного анализа пользовательского уровня телекоммуникационных систем: учебное пособие [Текст] / В. В. Котенко; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. – 194 с.

4 Наумов В. А., Самуйлов К. Е., Яркина Н. В. Теория телетрафика мультисервисных сетей : Монография. [Текст] – М. : Изд-во РУДН, 2014. – 191 с.

5 Соколов Н. А. Принципы построения телекоммуникационных систем. [Текст] // Телекоммуникационные сети. – 2010. – № 1. – С. 71–110.

6 Хромой Б.П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах. [Текст] – М. : ИРИАС, 2012. – 560 с.

7 Енютин К.А. Развитие сервисных услуг на базе мультимедийной интерактивной кабельной системы [Текст]//Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 41-45

8 Аббасова, Т. С. Современные информационные технологии для анализа помехозащищенности волоконно-оптических коммуникаций [Текст] //Информационно-технологический вестник. – 2016. – № 4(10). – С.3-17

References

1 Velichko, V. V., Subbotin, E. A., Shuvalov, V. P. Telekommunikacionnye sistemy i seti: Uchebnoe posobie. V 3 tomah. Tom 3. [Telecommunication systems and networks] – [Text]. – Mul'tiservisnye seti Moskva: Goryachaya liniya-Telekom. – 2015. – 592 p.

2 Kotenko, V. V. Tehnologii informacionnogo analiza polzovatelskogo urovnya telekommunikacionnyh sistem: uchebnoe posobie [Technologies of

information analysis of the user level of telecommunication systems: a study guide] [Text].–Yuzhnyj federalnyj universitet. – Rostov-na-Donu; Taganrog: Izdatelstvo Yuzhnogo federalnogo universiteta, 2019. – 194 p.

3 Kotenko, V. V. Informacionnyj podhod k ocenke effektivnosti diskretnyh istochnikov kanalov [Informational approach to assessing the efficiency of discrete channel sources] [Text].– Izvestiya YuFU. Tehnicheskie nauki. Nauchno-technicheskij i prikladnoj zhurnal. – 2012. – №3(80). – p. 33 40.

4 Naumov V. A., Samujlov K. E., Yarkina N. V. Teoriya teletrafika mul'tiservisnyh setej. Monografiya.[The theory of multiservice networks teletraffic. A monograph] [Text].– M. : Izd-vo RUDN, 2014. – 191 p.

5 Sokolov N. A. Principy postroeniya telekommunikacionnyh sistem. [Principles of building telecommunication systems] [Text].–Telekommunikacionnye seti. – 2010. – № 1. – p. 71–110.

6 Hromoj B.P. Metrologiya i izmereniya v telekommunikacionnyh sistemah. [Metrology and measurements in telecommunication systems] [Text].–M.: IRIAS, 2012. – 560 p.

7 Enyutin K.A. Razvitie servisnyh uslug na baze mul'timedijnoj interaktivnoj kabel'noj sistemy [Development of services based on a multimedia interactive cable system] [Text].– Elektrotekhnicheskie i informacionnye kompleksy i sistemy.– 2008.–T. 4. –№ 4– p. 41-45

8 Abbasova, T.S. Sovremennye informacionnye tekhnologii dlya analiza pomekhozashchishchennosti volokonno-opticheskikh kommunikacij [Modern information technologies for the analysis of interference immunity of fiber-optic communications] [Text].– Informacionno-tehnologicheskij vestnik. – 2016. – № 4(10). – p.3-17

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

A. С. Звонцов

Торайғыров университет,
Казақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 12.06.21 баспаға түсті.

АҚПАРАТТЫҚ ТАЛҚЫЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ
ИНФОКОММУНИКАЦИЯ ЖЕЛІСІНІҢ ДЕНГЕЙІ ISO OSI
TORAIGHYROV UNIVERSITY DOT.TOU.EDU.KZ ПОРТАЛЫ
ЖӘНЕ СЫРТҚЫ МЕДИАРЕСУРСЫ YOUTUBE.COM МЫСАЛЫ

Материалдың презентациясының негізі виртуалды ақпараттық кескіндерді қалыптастыру әдістерімен алынған шешімдерді практикалық іске асyру мүмкіндіктерін кейінгі зерттеумен бірге телекоммуникацияларды сәйкестендіру талдауының негізгі аспекттілерін түбекейлі қарастыру болып табылады.

Мақалада телекоммуникацияларды сәйкестендіруді талдаудың кең ауқымды мәселелеріне арналған шешімдер инфокоммуникация жұмысының тиімділігіне пайдалануыш деңгейінің әсер ету заңдылықтарын зерттеуге ықпал ететін ақпараттық процесстер туралы жаңы мәдениеттердің үсінады.

Талдаудың іргелі негізіне визуалдау теориясының авторлық әдістері кіреді: визуалды ақпараттық кескіндерді қалыптастыру әдісі, визуалды ақпараттық бейнелерді бағалауды модельдеу әдісі, алгоритмдік ақпараттық процесстер әдістері.

ISO OSI моделінің қолдануышы деңгейін талдау студенттерге материалдың оту динамикасына мүмкіндік береді: уақыт кезеңін, пайдалануыш құрылғыларының статистикасын, қаралатын материал түрін (дәріс, практикалық, зертханалық) анықтауга мүмкіндік береді.

Берілген деректердің визуалды корінісі оқытушыга таңдалған нән бойынша, тоңта немесе нақты студентте зерттелген тақырыптардың отуі туралы мейлінше толық бейнені береді. Таңдалған курстың әр болімі үшін білімді аддитивті бағалауды тағайындауға болады. Кері байланыс студенттер контингентінің авторлық медиа-мазмұнды алдын-ала және кейіннен қарастырылады қолдана отырып, дәрістің және практикалық материалды жақсы менгеретіндігін көрсетеді.

Кілтті сөздер: ақпаратты сәйкестендіруді талдау, дискретті ақпарат көздерін сәйкестендіру ақпараттық талдау технологиясын қолдану.

A. S. Zvontsov

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 12.06.21.

TECHNOLOGIES OF INFORMATION ANALYSIS OF THE USER LEVEL OF THE ISO OSI INFORMATION AND COMMUNICATIONS NETWORK MODEL: THE CASE OF TORAIGHYROV UNIVERSITY PORTAL DOT.TOU.EDU.KZ AND EXTERNAL MEDIA RESOURCE YOUTUBE.COM

The basis for the material presentation is a fundamental consideration of the main aspects of identification analysis of telecommunications with subsequent studies of the possibilities for the practical implementation of the obtained solutions using methods of forming virtual information images.

The solutions presented in the article for a wide range of practical problems of telecommunications identification analysis will provide new scientific data on information processes, which will contribute to the study of the patterns of the user level influence on the efficiency of the functioning of information and communications systems.

Methods of the visualization theory proposed by the author serve as a fundamental basis of the analysis: the method of forming visual information images, the method of modeling evaluation of visual information images, methods of information processes algorithmization.

The analysis of the user level of the ISO OSI model makes it possible to determine the dynamics of students' work with learning materials: determination of the time period, statistics of user devices, the type of material viewed (materials for lectures, practical lessons, or laboratory-based work).

A visual representation of the data gives the teacher the most complete picture of the progress regarding a specific discipline, group or student. It is also possible to assign an additive assessment of knowledge for each section of the selected course. Feedback shows that it is easier for students to learn new material with the use of preliminary and follow-up viewing of the author's media content.

Keywords: information identification analysis, application of the technology of identification information analysis of discrete information sources.

***Д. Д. Исабеков, И. А. Темиртаев, А. Б. Шокеев**

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ НА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ, НЕ ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА С ФЕРРОМАГНИТНЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ

В настоящей статье авторы рассматривают вопросы использования для устройств релейной защиты электроустановок от коротких замыканий различных магнитоуправляемых преобразователей без применения традиционных металлоемких трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками. Надо сказать, что исследования в этой области были начаты еще во второй половине прошлого столетия по рекомендации международного комитета по большим энергетическим системам СИГРЭ, которые остаются актуальными и по сегодняшний день. Как известно, сейчас широко внедряются и используются устройства релейной защиты, выполненные на микропроцессорах, надежность которых не выше, чем у электромеханических или полупроводниковых, а стоимость в десятки, а то и сотни раз выше. Одним из перспективных путей построения устройств релейной защиты без трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками является использование магнитных трансформаторов тока, катушек Роговского, магниторезисторов, магнитодиодов, датчиков Холла, герконов, имеющих каждый по отдельности и в целом свои преимущества в сравнении с защитами выполненных с использованием вышеназванных трансформаторов тока. Рассмотренные токовые защиты с применением данных преобразователей тока, предлагают новый подход в выполнении релейной защиты различных электроустановок.

Ключевые слова: магнитоуправляемые преобразователи, трансформатор тока, токовые защиты.

Введение

Построение релейной защиты систем электроснабжения без традиционных трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, как указывалось неоднократно на сессиях СИГРЭ, считается одной из принципиально нерешенной проблемой современной энергетики [1]. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является создание релейной защиты различных электроустановок на магнитоуправляемых преобразователях, имеющих, в зависимости от их типа преимущества перед другими такими же магнитоуправляемыми преобразователями [2-10]. В данной работе рассмотрены их преимущества и недостатки присущие каждому из них, а также варианты их применения для реализации токовых защит различных электроустановок.

Материалы и методы

Объект и предмет исследования – релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Целью применения и назначением является построение релейной защиты различных электроустановок на магнитоуправляемых преобразователях, а также использование их вместо традиционных и широко применяемых в промышленности устройств токовых защит. Результат исследования и проработки научных статей и патентов по данной тематике позволил предложить токовые защиты на магнитоуправляемых преобразователях для различных электроустановок.

Результаты и обсуждение

Токовые защиты с датчиками тока, выполненных на катушке Роговского. Данная катушка – это провод, намотанный на сердечник из немагнитного материала, размещенный вокруг проводника, в котором требуется измерить протекающий по нему ток [2, 3]. На рисунке 1 представлена данная катушка.



a) б)

Рисунок 1 – Катушка Роговского:
а) с разборным; б) с неразборным сердечником

Катушка Роговского в отличии от традиционного трансформатора тока с ферромагнитным сердечником не содержит данный сердечник и соответственно ей не свойственно насыщение [2]. Сдвиг угла фаз между I в первичной цепи и U во вторичной обмотке катушки составляет $\approx 90^\circ$. Отличие от 90° обусловлено индуктивностью обмотки.

Токовые защиты на магнитных трансформаторах тока. При использовании магнитного трансформатора тока (МТТ), по сути являющегося катушкой, для питания цепи релейной защиты током, пропорциональным току, протекающему в одной из фаз линии электропередачи, необходимо учитывать помимо всего влияние токов и других фаз [4]. Нашедший своё применение МТТ – на рисунке 2, типа «ТВМГ», в котором магнитный датчик встроен в двойную гирлянду подвесных изоляторов. П-образным сердечником является коромысло 5, серьги 1 и 2 гирлянды с заземленной стороны траверсы опоры [5]. На сами серьги надеты катушки 3 и 4, являющимися полюсами сердечника. Магнитная связь провода с катушками улучшена в следствии того, что магнитный поток, вызывающий ЭДС полезного сигнала, проходит, хоть и не полностью по металлическим частям изоляторов. Представленный МТТ предназначен для установки на линии электропередачи.

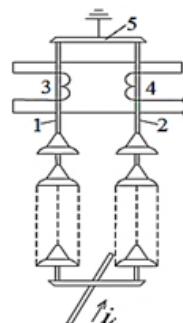


Рисунок 2 – Схема установки магнитного трансформатора тока

Токовые защиты на магниторезисторах. Магниторезистор обладает своей основной характеристикой – зависимость сопротивления от индукции [6]. При внесении полупроводника с протекающим по нему током в магнитное поле меняется его сопротивление и данное явление связано с действием сил Лоренца, так называемый эффект Гаусса. Данный эффект максимален у полупроводниковых материалов, обладающих малым удельным сопротивлением [7].

Токовые защиты на магнитодиодах. Магнитодиодный эффект является самым известным эффектом, возникающим при помещении полупроводника с неравновесной проводимостью в магнитное поле, проявляющийся инжекцией носителей из р-п-перехода при пропускании прямого тока в диодах [8]. С применением данного эффекта выполняется магнитодиод – полупроводник с невыпрямляющим контактом и р-п-переходом – где и располагается область высокоменного полупроводника.

Токовые защиты на датчиках Холла. При воздействии магнитного поля на ток, который протекает через полупроводник возникает эффект Холла [7]. Основным свойством датчика Холла является способность развивать ЭДС при помещении его в магнитное поле, если через него протекает ток, а также возникновение полезного напряжения в поперечном по отношению к сигналу направлении. На датчиках Холла реле защиты, используя две электрические величины могут осуществляться по принципу их сравнения [9]. При реализации таких реле, сравниваемые величины, к примеру E1 и E2 (рисунок 3) должны быть функциями двух – напряжения Up и тока Ip в реле, или одной из этих двух величин. Поэтому структурная схема данного реле защиты содержит следующие элементы: 1) ЭФ1 и ЭФ2 – формирователи электрических величин E1 и E2 из подведенных – напряжения Up и тока Ip; 2) усиления Y1 и Y2 – ограничения абсолютных значений сравниваемых величин E1 и E2, если данное усиление или ограничение возможно; 3) СЭ – сравнения величин E1 и E2 по абсолютному значению или же по фазе на самих датчиках; 4) контактный или бесконтактный элемент реагирования ЭР-нуль-индикатор направленного действия. Исходя из предельной мощности срабатывания ЭР, чувствительность данного реле определяется чувствительностью СЭ.

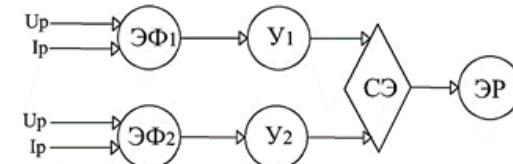


Рисунок 3 – Структурная схема реле с использованием датчиков Холла

Токовые защиты на герконах. Геркон являясь элементом электрической цепи выступает в качестве измерительного органа. Под воздействием на него внешнего магнитного поля, созданного токопроводящей шиной концы контактов геркона намагничиваются разноименно, их концы изгибаясь притягиваются, замыкая электрическую цепь [10]. Достоинствами геркона при его выборе в качестве элементной базы для реализации токовых защит с его применением является: возможность выполнения одновременно функций токового реле и трансформатора тока; управляющий сигнал передается по цепям управления; большой срок службы.

Выводы

К защитам выполненных на магнитоуправляемых преобразователях присущи и недостатки. К примеру защитам на магнитных трансформаторах

тока присущи такие недостатки, как насыщение сердечника при значительной кратности тока, обладают низкой мощностью на выходе. Магниторезисторы же, реагируя на модуль магнитного поля не получили широкого распространения для измерения тока. Недостатками магнитодиодов при измерении токов, является то, что им присущи нелинейности. У датчиков Холла измерительные схемы нуждаются в стабильном питании своих цепей, подвержены влиянию токов соседних фаз электроустановки и в необходимости в компенсации влияния температуры. Геркону также присущи недостатки, но они легкоустранимы, если геркон дополнить катушкой управления и отстройкой от внешних помех.

Список использованных источников

1 **Дьяков А.Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) [Текст] // Журнал «Энергетика за рубежом» – 2004. – №4. – С. 7-16.

2 **Казанский В.Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.

3 **Казанский В.Е.** Трансформаторы тока в схемах релейной защиты. – М.: Энергия, 1969. – 184 с.

4 **Кожович Л.А., Бишоп М.Т.** Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского// Современные направления развития релейной защиты и автоматики энергосистем: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. – М.: Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 39-48.

5 **Кожович Л.А., Бишоп М.Т.** Опыт эксплуатации дифференциальной защиты силовых трансформаторов с использованием катушки Роговского// Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. – М.: Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 49-59.

6 **Котенко Г.И.** Магниторезисторы. – Л.: Энергия, 1972. – 80 с.

7 **Кобус А., Тушинский Я.** Датчики Холла и магниторезисторы / пер. с польск. В.И. Тихонова, К.Б. Макидонский; под ред. О.К. Хомерики. – М.: «Энергия», 1971. – 352 с.

8 **Егиазарян Г.А., Стafeев В.И.** Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение. – М.: Радио и связь, 1987. – 88 с.

9 **Овчаренко Н.И., Дорогунцев В.Г., Басс Э.И., Будкин В.В.** Применение гальваномагнитных элементов в релейной защите и автоматике. – М.; Л.: Энергия, 1966. – 120 с.

10 **Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Шоффа В.Н.** Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе. – Долгопрудный: Издательский Дом Интеллект, 2011. – 408 с.

11 **Клецель М.Я., Мусин В.В.** Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах // Промышленная энергетика – 1990. – №4. – С. 32-36.

References

- 1 **Dyakov A.F.** Electric power industry of the world at the beginning of the XXI century (based on the materials of the 39 session of CIGRE, Paris) [Text] // Energy abroad. - M., 2004. - No. 4. - p. 7-16.
- 2 **Kazansky V.E.** Measuring current transducers in relay protection [Text] // - M.: Energoatomizdat, 1988, 240 p.
- 3 **Kazansky V.E.** Current transformers in relay protection circuits. - M.: Energiya, 1969. -- 184 p.
- 4 **Kozhovich L.A., Bishop M.T.** (Cooper Power Systems, USA). Modern relay protection with current sensors based on the Rogowski coil [Text] // Journal "Modern trends in the development of relay protection and automation of power systems" - Collection of reports of the conference CIGRE - M.: Scientific and Engineering Information Agency, 2009, p.49-59.
- 5 **Kozhovich L.A., Bishop M.T.** Modern relay protection with current sensors based on the Rogowski coil // Modern trends in the development of relay protection and automation of power systems: collection of articles. report international scientific and technical conf. - M.: Scientific and Engineering Information Agency, 2009. - S. 39-48.
- 6 **G. I. Kotenko.** Magnetoresistors. - L.: Energy, 1972.- 80 p.
- 7 **Kobus A., Tushinsky J.** Hall sensors and magnetoresistors / per. from Polish IN AND. Tikhonova, K.B. Macidonian; ed. OK. Khomeriki.- M.: "Energy", 1971. - 352 p.
- 8 **Egiazaryan G.A., Stafeev V.I.** Magnetodiodes, magnetotransistors and their applications. - M.: Radio and communication, 1987.- 88 p.
- 9 **Ovcharenko N.I., Doroguntsev V.G., Bass E.I., Budkin V.V.** Application of galvanomagnetic elements in relay protection and automation. - M.; L.: Energy, 1966.-120 p.
- 10 **Karabanov S.M., Maisels R.M., Shoffa V.N.** Magnetically operated contacts (reed switches) and products based on them. - Dolgoprudny: Publishing House Intellect, 2011.- 408 p.
- 11 **Kletsel M.Ya., Musin V.V.** Selection of the operating current of the overcurrent protection without current transformers on reed switches [Text] // Journal «Industrial Energy» - 1990. - No. 4. - P. 32-36.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ФЕРРОМАГНЕТИКАЛЫҚ ӨЗЕКТЕРІ МЕН ТОК ТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫ ПАЙДАЛАНБАҒАН МАГНИТТЫҚ БАҚЫЛАУ ТҮРЛЕНДІРГЕШТЕРДІН ТОКТЫҚ ҚОРҒАУ

Бұл мақалада авторлар ферромагниттік өзектері бар дәстүрлі металл сыйымды ток трансформаторларын пайдаланбай, қысқа түйікталудан электр қондыргыларына арналған релелік қорғаныс құрылғылары үшін әртүрлі магниттік басқарылатын түрлендіргіштерді қолдану мәселелерін қарастырады. Бұл бағыттагы зерттеулер откен гасырдың екінші жартысында CIGRE ірі энергетикалық жүйелер жонинде халықаралық комитеттің ұсынысы бойынша басталды дең айту керек, олар осы күнге дейін өзектілігін жоғалтпайды. Өздеріңіз білемтіндегі, қазіргі кездемекропроцессорларда жасалған релелік қорғаныс құралдары кеңінен енгізіліт, қолданылуда, олардың сенімділігі электромеханикалық немесе жартылай откізгіштікінен жоғары емес, ал құны ондаған, тіпті жүздеген есе жоғары. Ферромагниттік өзектері бар ток трансформаторлары жоқ релелік қорғаныс құрылғыларын құрудың перспективалы әдістерінің бірі - магниттік ток трансформаторларын, Роговский катушкаларын, магниторезисторларды, магнит диодтарын, Холл датчиктерін, геркондарды, әрқайсысы жеке және жалпы алғанда оз артықшылықтарына ие жоғарыда аталған ток трансформаторларының комегімен жасалған қорғаныстар. Осы ток түрлендіргіштерін қолдана отырып қарастырылған ток қорғаныстары өр түрлі электр қондыргыларының релелік қорғанысын жүзеге асырудың жаңа әдісін ұсынады.

Кілтті сөздер: магниттік басқарылатын түрлендіргіштер, ток трансформаторы, ток қоргаулар.

*D. D. Issabekov, I. A. Temirtaev, A. B. Shokeev

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 12.06.21.

CURRENT PROTECTION ON MAGNETICALLY CONTROLLED CONVERTERS NOT USING CURRENT TRANSFORMERS WITH FERROMAGNETIC CORE

In this article, the authors consider the use of various magnetically controlled converters for relay protection devices for electrical installations against short circuits without the use of traditional metal-intensive current transformers with ferromagnetic cores. It must be said that research in this area began in the second half of the last century on the recommendation of the international committee for large energy systems CIGRE, which remain relevant to this day. As you know, relay protection devices made on microprocessors are now widely introduced and used, the reliability of which is not higher than that of electromechanical or semiconductor ones, and the cost is tens, or even hundreds of times higher. One of the promising ways to build relay protection devices without current transformers with ferromagnetic cores is the use of magnetic current transformers, Rogowski coils, magnetoresistors, magnet diodes, Hall sensors, reed switches, each individually and generally having its own advantages in comparison with the protections made using the above-mentioned transformers current. The considered overcurrent protection with the use of these current converters, offer a new approach to the implementation of relay protection of various electrical installations.

Keywords: magnetically controlled converters, current transformer, current protection.

<https://doi.org/10.48081/NFHL8964>

***А. К. Кинжебекова, А. Т. Каиртаева**

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г.Павлодар

АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОДОГРЕВА НА ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Условия работы теплоэнергетического оборудования электрических станции играют существенную роль при производстве тепловой и электрической энергии. Низкие показатели работы оборудования снижают экономические показатели эффективности работы станции в целом. Объектом исследования является теплоэнергетическое оборудование. Цель исследования будет заключаться в повышении качества работы теплоэнергетического оборудования станции и снижении затрат на ремонтные и эксплуатационные расходы. Проведенный анализ показал, что одним из случаев отказа оборудования стало повышение уровня воды в ПВД. По результатам обследования приходит к выводу, что причиной повреждения труб змеевиков ПВД энергоблока явилось совместное воздействие водородного охручивания и углекислотной коррозии. В целях современного и безопасного ввода в работу ПВД принято решение выполнить изменение в схеме отвода неконденсирующихся газов на ПВД.

Ключевые слова: питательная вода, регенеративный подогрев, подогреватель высокого давления, обследование, разрушение.

Введение

В условиях современного рынка электроэнергии предъявляются повышенные требования к надежности и экономичности генерирующего оборудования ТЭС. К мощным теплоэнергетическим агрегатом предъявляются дополнительные требования, обусловленные необходимостью длительной работы в течении отопительного периода без остановок.

Как показывает опыт эксплуатации, у каждого типоразмера агрегата в ряде узлов имеются конструктивные недостатки, устранение которых могло бы значительно повысить их надежность. Кроме того, за время, прошедшее с момента ввода в эксплуатацию турбин, котлов появились новые разработки,

применение которых также могло бы значительно повысить надежность и экономичность уже эксплуатируемых агрегатов.

Для решения задачи повышения надежности и экономичности эксплуатируемых мощных энергетических агрегатов необходимо проведение комплекса натурных исследований в условиях эксплуатации по возможности применения и эффективности реализации ряда разработанных мероприятий для каждого типоразмера агрегата.

Регенеративный подогрев основного конденсата и питательной воды является одним из важнейших методов повышения экономичности современных ТЭС. Регенеративный подогрев осуществляется паром, отработавшим в турбине. Греющий пар, совершив работу в турбине, конденсируется затем в подогревателях. Выделенная этим паром теплота фазового перехода возвращается в котел [1].

В зависимости от начальных параметров пара и количества отборов пара на регенерацию относительное повышение КПД турбоустановки за счет регенерации составляет от 7 до 15 %, что сопоставимо с эффектом, получаемым от повышения начальных параметров пара перед турбиной.

Регенерацию можно рассматривать как процесс комбинированной выработки энергии с внутренним потреблением теплоты пара, отбираемого из турбины. Регенеративный подогрев воды снижает потерю теплоты с отработавшим паром в конденсаторе турбины [2].

От эффективности работы элементов системы регенеративного подогрева зависит качество подготовки питательной воды в частности, и выработка электрической энергии в целом.

Материалы и методы

В системе регенеративного подогрева питательной воды важную роль играют подогреватели высокого давления. От качества их работы зависит надежность всей системы. Таким образом особую важность приобретает анализ состояния ПВД.

Проведенный анализ работы системы подогрева питательной воды на ТЭС показал, что одним из случаев отказа оборудования стало повышение уровня воды в ПВД. После вскрытия ПВД и проведения осмотра трубной части ПВД было установлено, что произошло повреждение спиральных змеевиков в зоне охлаждения пара ПВД (Рис.1).



Рисунок 1 – Общий вид системы змеевиков ПВД после вскрытия

В ходе осмотра установлена, что наружная поверхность труб змеевиков была покрыта рыхлыми многослойными отложениями темно-коричневого цвета (Рис.2).



Рисунок 2 – Наружная поверхность труб змеевиков

Змеевики ПВД энергоблока выполнены из труб 32 мм, материал – сталь 20. Время эксплуатации труб до момента повреждения составляло 20 183 часа. Разрушение произошло на «гибах» труб и имеют вид хрупких продольных трещин длиной 220-250 мм, расположенных по нейтральным линиям «гиба». Наружная поверхность труб спирали покрыта рыхлыми многослойными отложениями темно-коричневого цвета толщиной до 3 мм. На поверхности труб обнаружены язвины диаметром до 5 мм. Утонение стенки труб за счет коррозионного износа в местах язвин достигало 50 %.

Внешним осмотром установлено, что разрушение спирали трубы произошло по нейтральным зонам гиба с 2-х диаметрально-противоположных сторон и носит сквозной продольный характер. Треугольные ступенчатые, извилистые, протяженность их распространения составляет 25 мм, и 45 мм. Толщина стенки трубы в зоне распространения трещин составляет 4,8 мм, вне зоны – 4,8 мм (нейтральная зона гиба спирали).

На наружной поверхности разрушенного отрезка спирали наблюдается грубый слой окислов темно-бурого цвета местами отслоившейся. Толщина слоя окислов достигает 2,0 мм. В местах отслоившихся окислов металла наружная поверхность покрыта сплошными пологими коррозионными язвами, поверхность покрыта слоем окислов темно-серого цвета, в некоторых местах – красного цвета. Внутренняя поверхность разрушенного участка спирали относительно гладкая, без видимых повреждений и покрыта окислами серого цвета.

Результаты и обсуждение:

По результатам обследования приходим к выводу, что причиной повреждения труб змеевиков ПВД энергоблока явилось совместное воздействие водородного охрупчивания и углекислотной коррозии. ПВД энергоблока работало на нейтральном кислородно-водном химическом режиме.

На ПВД отвод неконденсирующихся газов отличается, а именно неконденсирующиеся газы отводятся специальным устройством, установленным над охладителем конденсата. Труба отвода неконденсирующиеся газов выходит через нижнее днище в подогреватель более низкой ступени нагрева питательной воды. Разрыв металла произошел без утонения стенки трубы, что свидетельствует о хрупком механизме разрушения спирали.

Бездеформационное разрушение, межкристаллитный характер распространения множественных окисленных микротрещин в сечении разрушенной трубы, обезуглероживание отдельных зерен перлита характерно для повреждения в результате водородного охрупчивания металла. Водородное охрупчивание привело к практически полной потери прочности, резкому снижению пластичности и разрушению спирали.

Выводы

На основании проведенного исследования считаем, что разрушение спирали ПВД котла произошло в результате водородного охрупчивания металла в процессе эксплуатации.

В целях современного и безопасного ввода в работу ПВД принято решение выполнить изменение в схеме отвода неконденсирующихся газов на ПВД.

Список использованных источников

1 Тепловые и атомные электрические станции. Справочник (Под общей ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина) – М.: Энергоиздат, 1989. - 631с.

2 Буров В. Д. Термовые электрические станции: учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др. - М.: МЭИ, 2005. - 454 с.

3 Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. 80-112с.

4 Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов/ Под ред. Гришфельда В.Я. – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987, 328-359 с.

5 Стерман Л.С. Тепловые и атомные электростанции: Учебник для вузов / Л.С. Стерман, С.А. Тевлин, А.Т. Шарков; Под ред. Л.С. Стермана. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. 456-468 с.

6 Готлиб Е.А. Дипломированный электросварщик на монтаже ТЭС и АЭС. – М., 1989. – 30-92 с.

7 Гончаров В.В. Брызгальные водоохладители ТЭС и АЭС – Л., 1989. – 98-158с.

8 Голубков Б.Н., Романова Т.М., Гусев В.А. Проектирование и эксплуатация кондиционирования воздуха и отопления: Учебник для вузов. – М., 1988. – 245-296 с.

9 Галустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике, М., 1989. – 352-378 с.

10 Новодережкин Р.А. Насосные станции систем технического водоснабжения ТЭС и АЭС. – М., 1989. – 220-234 с.

References

1 Teplovye i atomnye elektricheskie stansii. Spravochnik (Pod obej red. V.A.Grigoreva, V.M.Zorina) [Thermal and nuclear power plants. Reference book (Under the general editorship of V. A. Grigoriev, V. M. Zorin)] [Text] - M.: Energoizdat, 1989. – 631p.

2 Burov V. D. Teplovye elektricheskie stansii: uchebnik dlya vuzov [Thermal power stations: textbook for universities] [Text] V. D. Burov, E. V. Dorokhov, D. P. Elizarov et al. - M.: MEI, 2005. - 454 p.

3 Rivkin S.L., Alexandrov A.A. Termodinamicheskie svoistva vody i vodyanogo para: Spravochnik. Rek. Gos. slujboi standartnyh spravochnykh dannyh – 2-e izd., pererab. i dop. [Thermodynamic properties of water and steam: Handbook. Rec. State Standard Reference Data Service - 2nd ed., rev. and add.] [Text] - M.: Energoatomizdat, 1984. 80-112p.

4 Ryzhkin V.Ya. Teplovye elektricheskie stansii: Uchebnik dlya vuzov/ Pod red. Grishfelda V.Ya. – 3 izd., pererab. i dop. [Thermal Power Plants: Textbook for Universities / Ed. Grishfeld V. Ya. - 3rd ed., Rev. and add.] [Text] - M.: Energoatomizdat, 1987, 328-359p.

5 Sterman L.S.. Teplovye i atomnye elektrostansii: Uchebnik dla vuzov / L.S. Sterman, S.A. Tevlina, A.T. Šarkov; Pod red. L.S. Stermana. – 2- e izd., ispr. i dop. [Thermal and nuclear power plants: Textbook for universities / L.S. Sterman, S.A. Tevlina, A.T. Šarkov; Ed. L.S. Sterman. - 2nd ed., Rev. and add.] [Text] - M.: Energoizdat, 1982. 456-468p.

6 Gottlieb E.A. Diplomirovannyi elektrosvarik na montaje TES i AES. [Certified electric welder for the installation of thermal power plants and nuclear power plants.] [Text] - M., 1989. - 30-92p.

7 Goncharov V.V. Bryzgalnye vodoohladiteli TES i AES [Splash water coolers of TPP and NPP] [Text] - L., 1989. - 98-158p.

8 Golubkov B.N., Romanova T.M., Gusev V.A. Proektirovanie i ekspluatasiya kondisionirovaniya vozduha i otopeniya: Uchebnik dlya vuzov. [Design and operation of air conditioning and heating: Textbook for universities.] [Text] - M., 1988. - 245-296p.

9 Galustov V.S. Pryamotochnye raspylitelnye apparaty v teploenergetike, M. [Direct-flow spray devices in heat power engineering, M.,] [Text] 1989. - 352-378p.

10 Novoderezhkin R.A. Nasosnye stansii sistem tehnicheskogo vodosnabjeniya TES i AES. [Pumping stations of technical water supply systems of TPP and NPP.] [Text] - M., 1989 .- 220-234p.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*A. K. Кинжисбекова, A. T. Каиртаева

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 12.06.21 баспаға тұсті.

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯДАҒЫ РЕГЕНЕРАТИВТІ ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ

Электр станцияларының жылу энергетикалық жабдықтарының жұмыс жағдайлары жылу және электр энергиясын ондіруде маңызды рол атқарады. Жабдықтың төмен көрсеткіштері тұтастай алғанда станция жұмысының экономикалық көрсеткіштерін төмендетеді. Зерттеу нысаны жылу-энергетикалық жабдық болып табылады. Зерттеудің маңызы станцияның жылу энергетикалық жабдықтарының жұмыс сапасын арттыру және жондеу және пайдалану шығындарына шығындарды төмендете болып табылады. Жүргізілген талдау жабдықтың істеп шыгу жағдайларының бірі ЖҚЖ-дагы су деңгейінің артуы екенін көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша

Энергия блогының ПВД ирек түтіктерінің зақымдалуының себебі сутегі салқындауы мен комірқышыл газының коррозиясының бірлескен есери болды деген қорытындыға келеміз. ЖҚЖ-ны жұмысқа қазіргі заманғы және қауіпсіз енгізу мақсатында конденсацияланбайтын газдарды ЖҚЖ-га бұру схемасында озгерістерді орындауга шешім қабылданды.

Кілтті сөздер: қоректік су, регенеративті қызыдыру, жогары қысымды жылдамтықты, сараптама, құрату.

*A. K. Kinzhikova, A. T. Kairtayeva

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 12.06.21.

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE REGENERATIVE HEATING SYSTEM AT THERMAL POWER PLANT

The operating conditions of the heat and power equipment of electric power stations play a significant role in the production of heat and electric energy. Low performance of the equipment reduces the economic performance indicators of the station as a whole. The purpose of the study will be to improve the quality of the heat and power equipment of the plant and reduce the cost of repair and maintenance costs. The analysis showed that one of the cases of equipment failure was an increase in the water level in the LDPE. According to the results of the survey, we come to the conclusion that the cause of damage to the pipes of the LDPE coils of the power unit was the combined effect of hydrogen twisting and carbon dioxide corrosion. For the purpose of modern and safe commissioning of the LDPE, it was decided to make a change in the scheme of discharge of non-condensing gases to the LDPE in accordance with the decision of the manufacturer.

Keywords: feed water, regenerative heating, high pressure heater, survey, destruction.

<https://doi.org/10.48081/YWFU9756>

***Д. Ж. Омарханова, Ж. О. Оралбекова**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Нур-Султан к.

КӨЛДЕНЕҢ ҚАБАТТЫ ОРТАДАҒЫ ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕ ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ

Гиперболалық және параболалық типті теңдеулер үшін кері коэффициентті есептерді шешудің тиімді алгоритмдерін жасау және теориялық зерттеу озекті болып табылады. Бұл жұмыс тұра есептерді қайта санау әдісімен тез шешу тәсіліне арналған. Қабаттан қайта есептей әдісі қабаттан қабатқа қайта есептей кезіндегі қателер жиналмайтындағы етіп алуға мүмкіндік береді. Бұл дифференциалдық теңдеулер мен екінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесін колденең-қабатты орта үшін сандық шешудің ең тиімді әдісі болып табылады. Кері есеп қарастырылған. Қазіргі уақытта жер асты және басқа жер үсті қондырғылары түрінде шығарылатын жер асты радиолокациялық құрылғылар (георадарлар) қолданылады. Алыс және жақын шетелде кең коммерциялық қолданысқа ие құрылғылардың ортүрлі модификациялары бар. Даалық эксперименттердің жүргізу көбінесе объективті және субъективті сыртқы факторлардың әсерінен қын болатыны белгілі. Мысалы, олиеу құралдарының дәлдігі, қызметкерлердің кездейсоқ қателіктері эксперименттерді қайталаған кезде бірдей болуы керек, эксперимент шарттары есептейнөтижелеріне әсер етуі мүмкін, бірақ бұл іс жүзінде әрдайым бола бермейді және т.б. 300 мГц антенасы бар «Zond-12e» георадар кешені арқылы зерттеулер жүргізілген. Интерпретация үшін «Zond-12e» георадар кешен деректері алынған оңделген.

Кілтті сөздер: интерпретация, колденең-қабатты орта, геофизика, біртекті орта, зерттеу.

Кіреңе

Электромагниттік зондтау деректерін дәстүрлі интерпретациялау олар алынған ортаның физикалық-геологиялық моделі көлденең-қабатты деген болжамда геоэлектрлік қиманың қабаттарының кедергілері мен қуаттарының қисық көрінетін кедергілер бойынша анықтаудан тұрады.

Мұндай интерпретацияның кателіктері аз терендетілген зерттеулер жағдайында геологиялық ортаның жоғарғы бөлігінің құрылышының мынадай ерекшеліктеріне байланысты өседі:

1 қуаттардың жату терендейтіктерімен салыстырғанда аз қабаттар қатарының болуымен байланысты қымалардың қолайсыз геометриялық құрылымы эквиваленттік принципі әрекетінің кең шегінен тыс және -ді жеке анықтау мүмкіндігін немесе кері есепті шешудің дұрыс еместігін болдырымайды;

2 қабаттардың сыналуының, қабаттардың көлбей тік бұрыштарының болуы көлденең қабатты ұлгілер шенберінде зондтау деректерін теориялық тұрғыдан түсіндіру мүмкін емес, ал басқа ұлгілерді пайдалану тәсілдері әлсіз және күрделі әзірленген;

3 литологияны, жарықшақтықты, сулануды, яғни созылу бойынша электр кедергілерін ауыстыру көрші зондтау деректерін геометриялық түсіндіру үшін параметрлік ұнғымалардан алынған аралық горизонттардың кедергілерін бекітудің белгілі тәсілін колдануды қыннадатады;

4 техногенді сипаттағы техникалық кедергілер мен әдістемелік кателіктердің жоғары деңгей ірі ауқымды жұмыстар кезінде нақты бастанапқы акпаратты алушы қыннадатады.

Алайда зерттеулердің аздаған терендейтігі және қол жетімді және арзан геологиялық акпараттың болуы, әсіресе геологиялық зерделеу кезеңінде зондтау деректерін түсіндіруді женилдетеді.

Аталған қындықтарды жену және аз терендетілген зондтау тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді: а) қисық зондтаудан алынатын физика-математикалық акпарат санын арттыру, атап айтқанда қисық формаларын ғана емес, олардың дифференциалдық және интегралдық сипаттамаларын да пайдалану; ә) кедергіге тәзімді құрылғыны қолдану, сигналдарды топтау және жинақтау жолымен бастанапқы деректердің сапасын арттыру; б) жаңа күрделі физика-геологиялық ұлгілерді физикалық түсіндіру үшін қолдану; в) электр параметрлері арасындағы статистикалық және логикалық-эмпирикалық байланыстарды нақтылау және кеңейту үшін инженерлік-геологиялық әдістермен неғұрлым тығыз кешендеу [1].

Материалдар мен әдістер

Геофизикалық деректерді түсіндіру есептерінде тек электромагниттік параметрлерді немесе серпімділік параметрлерді ғана емес, сонымен қатар қабаттардың үзілүү нүктелерінің координаттарын да анықтау қажет. Геофизикада бұл шекараларды анықтаудың бірқатар әдістері бар, бірақ бұл әдістер дәл емес және қателер бірнеше метрге жетуі мүмкін. Мысалы, ұнғымада шекаралардың жату терендейтін анықтау кезінде зонд бекітілген арқаның созылуы жүргізіледі [2].

Осыған байланысты үзілүү шекарасын анықтау бойынша оңтайландыру әдісті қолдану үшін ортаның үзілүү нүктесінің координаты бойынша

үйлеспеушілік функционалын дифференциалдау білу қажет. Оңтайландыру әдісін қолданғанда итерациялық әдістерді қолдану қажеттілігі туындаиды, сондықтан тұра және кері есептерді шешудің үнемді әдістерін құру қажет [3].

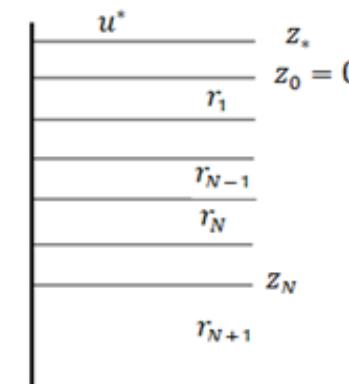
Көлденең-қабатты біртекті орта үшін екінші ретті дифференциалды тендеуді шешу қайта есептеудің алғашқы технологиялық алгоритмдерінің бірі А. Н. Тихонов және Д. Н. Шахсуарова алгоритмі болды. Бірақ ол кейір шектеулерге ие болды: оның сандық іске асыру кезінде экспаненттің қатысуымен жазылған, он накты белгітері бар көрсеткіштері бар өрнектер болды, бұл қабаттап қайта сану кезінде дөнгелектеу қателерінің жиналудына әкелді.

Кері есептер математикалық модельдеуде және бақыланатын деректерді интерпретациялауда үлкен рөл атқарады. Математикалық тұрғыдан $Aq = g$ (1) жазуға болады. Мұнда A - q ізделінген функцияға әрекет ететін оператор, g - белгілі акпарат. Іс жүзінде өте жиі кері есеп келесі түрдегі үлеспеушілік функционалын минимизациялау арқылы шешіледі:

$$J[q] = \|Aq - g\|^2 \quad (2)$$

Егер q есептің шешімі (1) болса, онда үлеспеушілік функционалының мәні (2) нөлге тең, яғни бұл функционалдың жаһандық минимум нүктесін табу қажет. Кері есепті шешудің бұл тәсілінде бір кемшілік бар: кері есепті шешу жылдамдығы тұра есепті шешу жылдамдығына байланысты, себебі үлеспеушілік функционалды минимизациялау кезінде тұра есепті бірнеше рет шешу керек [4].

N -қабатты құрылым ортасын қарастырайық (z_k ($k=0, N$), $z_0 = 0$, шекара бөлігі, m -ші қабат - $[z_{m-1}, z_m]$ интервалы, $N+1$ соңғы қабат - жартылай кеңістік, аяқ - $[z_N, \infty)$ ($-\infty, 0]$ жартылай кеңістікі).



Сурет 1 – Көлденең қабатты ортаның моделі

Әр қабаттың электромагниттік қасиеттері $\epsilon_0 \mu$ деэлектрлік өткізгіштік, σ өткізгіштік және μ магнит өткізгіштігі мәндерімен сипатталады.

Орта көлденең-қабатты болғандықтан, онда ϵ және σ айнымалы z ($z \in (-\infty, \infty)$) түрліктерде функциялардың бір бөлігі болып табылады.

$$\begin{aligned} [u]_{z_*} &= \alpha \\ u|_{z=z_0+0} - u|_{z=z_0-0} &= 0 \\ s|_{z=z_*+0} u|_{z=z_*+0} - s|_{z=z_*-0} u|_{z=z_*-0} &= f\mu_0 \\ u^*(s^* - r_0) &= f\mu_0 \\ u^* &= \frac{f\mu_0}{(s^* - r_0)} \\ u_z &= su \\ (\ln u)' &= s \\ \ln u &= \int_{z_*}^z s d\xi \end{aligned}$$

Электромагниттік өрістерді математикалық модельдеудің қажеттіліктері заманауи компьютерлік технологияларды қолдану арқылы тез шешілетін тікелей есептерді сандық шешу әдістерін құруды талап етеді. Көлденең-қабатты орта моделі электр барлауда геофизикалық деректерді математикалық модельдеу және интерпретациялау үшін ортаның кең тараған үлгісі болып табылады. Электромагниттік өрістерді есептеу екінші ретті дифференциалдық теңдеулерді немесе дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу біріктірілуі мүмкін. Көлденең қабатты ортаның моделі тұра есептерді шешу алгоритмдерін құруға мүмкіндік береді, олар компьютерде оңай жүзеге асырылады және есептеулерге аз уақытты қажет етеді. Бұл тұра есепті көп шешуді талап ететін геофизикада туындастырылған есептерді шешуге мүмкіндік береді.

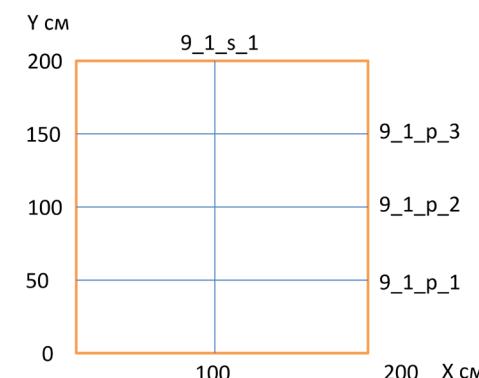
Нәтижелер мен талқылаулар

Нұр-Султан қаласынан 68 шақырым жерде Корғалжын тас жолында орналаскан «Дәуір» ЖШС Күм карьерінде георадар «Zond-12e» құрылғы (2-сурет) арқылы зерттеу жұмыстары жүргізілді.



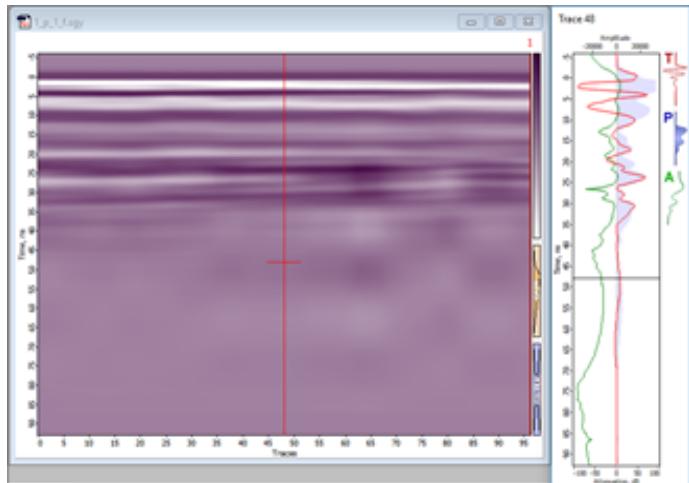
Сурет 2 – Zond-12e георадары

Объект «Біртекті құм». Объект біртекті құрылымы бар бұзылмаған орта моделі қарастырылған. Объект сызбасы 3-суретте көрсетілген.

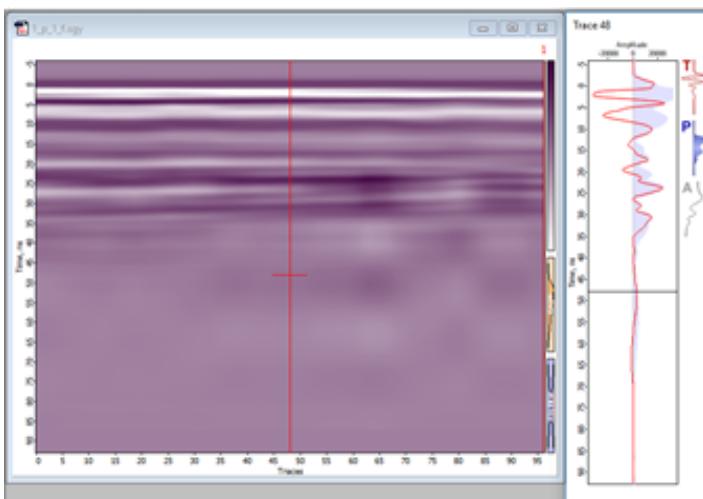


Сурет 3 – Объект сызбасы

«Zond-12e» георадардан алынған мәліметті «Prism2» бағдарламасында өндөлген радарограммалар көрсетілген. Өндөлген радарограммалар 4–5 суреттерде көрсетілген. Барлық радарограммаларда үлгіге сәйкес келетін қалындықтың біртекті бұзылмаған құрылымы көрінеді.



Сурет 4 – Объект профилінің радарограммасы



Сурет 5 – Объект профилінің радарограммасы

Инженерлік-геологиялық зерттеулер кезінде электромагнитті зондтау деректерін түсіндіру мынадай түрде жүргізілуі тиіс.

Қисық зондтауды сапалы талдау және электрлік геологиялық деңгей жиектермен салыстыру негізінде қойылған міндеттерді шешу мүмкіндігі

түрғысынан зерттелетін ауданның алдын ала физикалық-геологиялық ұлғілерін тандау үшін ауданның жалпы геоэлектрлік сипаттамасы бағаланады.

Қиманың барлық ықтимал қабатты және жалпыланған параметрлерін ала отырып, қисық зондтау номограмма-палеткаларының көмегімен сандық интерпретацияны орындау үсінілады. Ол дербес мәнге ие болуы мүмкін, яғни түпкілікті физикалық интерпретация болуы және ЭЕМ көмегімен трансформация үшін алдын ала ақпаратты беруі мүмкін. ЭЕМ-ді қолдану трансформация нәтижесін тездеп, женілдетіп қана қоймай, кейінгі деректерді өңдеуді женілдетеді. Электромагниттік зондтау деректерінің үлкен көлемін өңдеу кезінде машиналық өңдеу өтे қажет [5].

Қорытынды

Қорытынды кезең физикалық параметрлер мен қиманың нақты геометриялық физикалық-механикалық қасиеттері арасындағы корреляциялық және логикалық байланыстарды пайдалана отырып, нәтижелерді геологиялық түсіндіру болып табылады. Нәтижесінде жалпы және жекелеген участкерде ортандығы физикалық-механикалық қасиеттерінің геометриялық құрылымын, сондай-ақ сандық сипаттамасын қамтитын түпкілікті физикалық-геологиялық моделі алынады.

Заманауи ғылымның дамуының осы кезеңінде математикалық модельдеу зерттеулерін объектінің қалай орналасқанын бұзбайтын зерттеудің қуатты құралы болып табылады. Математикалық модельдеу зерттеушіге үнемді алгоритмдер мен нысандардың белгілі бір ішкі параметрлерін анықтау есептерін шешу тәсілдерін ұсына алады және объект туралы қандай қосымша ақпарат қажет екендігі туралы және зерттеушіге қажетті объектінің ішкі қасиеттері жақсы дәлдікпен анықталуы үшін оны қалай және қандай нүктелерде өлшенуі тиіс ұсыныстар бере алады.

Пайдаланған деректер тізімі

1 Шайтура С.В. Информационные ресурсы в геоинформатике // Образовательные ресурсы и технологии – 2015. – №1 (9). – С. 103-108.

2 Karchevsky, A.L. Reconstruction of pressure velocities and boundaries of thin layers in thinly-stratified layers // Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, 2010, v. 18, n. 4, pp. 371-388.

3 V de Hoop, M., Tidelfitz, J. An inverse source problem for a variable speed wave equation with discrete-in-time sources, Inverse Problems, 31(7) (2015) 075007.

4 Karchevsky, A.L. Simultaneous reconstruction of permittivity and conductivity. Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, 2009, v. 17, n. 4, p. 385-402. doi: 10.1515/JIIP.2009.026

5 Кабанихин, С.И., Искаков, К.Т., Бектемесов, М.А., Шишленин, М.А. Алгоритмы и численные методы решения обратных и некорретных задач // Астана, 2011. 328с. ISBN 978-601-80217-8-7

6 Oksanen, L. “Solving an inverse problem for the wave equation by using a minimization algorithm and time-reversed measurements,” arXiv preprint arXiv:1101.4836, p. 22, Jan. 2011.

7 Caner, Ozdemir, Feket, Demirci, Enes, Yi̇git, Bet̄ul, Yilmaz. A Review on Migration Methods in B-Scan Ground Penetrating Radar Imaging, Mathematical Problems in Engineering, 2014, Article ID 280738

8 Deguenon, J., Sallet, G., Xu, C.-Z. Infinite dimensional observers for vibrating systems, in Proc. IEEE Conf. on Decision and Control. 2006, 3979-3983.

9 Stolt, R.H. Migration by Fourier transform, Geophysics, Vol.43(1), 1978, pp. 23-43.

10 Romanov, V.G. Inverse Problem of Mathematical Physics, VNU Science Press, Utrecht, 1987, pp. 182-207.

References

1 Shaitura, S.V. Informacionye resursy v geoinformatike [Information resources in geoinformatics]. Obrazovatel'nye resursy i tehnologii – 2015. – №1 (9). – p. 103-108.

2 Karchevsky, A.L. Reconstruction of pressure velocities and boundaries of thin layers in thinly-stratified layers // Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, 2010, v. 18, n. 4, pp. 371-388.

3 V de Hoop, M., Tittelfitz, J. An inverse source problem for a variable speed wave equation with discrete-in-time sources, Inverse Problems, 31(7) (2015) 075007.

4 Karchevsky, A.L. Simultaneous reconstruction of permittivity and conductivity. Journal of Inverse and Ill-Posed Problems, 2009, v. 17, n. 4, p. 385-402. doi: 10.1515/JIIP.2009.026

5 Kabanikhin, S.I., Iskakov, K.T., Bektemesov, M.A., Shishlenin, M.A. Algoritmy i chislenye metody resheniya obratnyh i nekorretnyh zadach [Algorithms and numerical methods for solving inverse and non-specific problems]. Astana, 2011. 328p. ISBN 978-601-80217-8-7

6 Oksanen, L. “Solving an inverse problem for the wave equation by using a minimization algorithm and time-reversed measurements,” arXiv preprint arXiv:1101.4836, p. 22, Jan. 2011.

7 Caner, Ozdemir, Feket, Demirci, Enes, Yi̇git, Bet̄ul, Yilmaz. A Review on Migration Methods in B-Scan Ground Penetrating Radar Imaging, Mathematical Problems in Engineering, 2014, Article ID 280738

8 Deguenon, J., Sallet, G., Xu, C.-Z. Infinite dimensional observers for vibrating systems, in Proc. IEEE Conf. on Decision and Control, 2006, 3979-3983.

9 Stolt, R.H. Migration by Fourier transform, Geophysics, Vol.43(1), 1978, pp. 23-43.

10 Romanov, V.G. Inverse Problem of Mathematical Physics, VNU Science Press, Utrecht, 1987, pp. 182-207.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

*Д. Ж. Омарханова, Ж. О. Оралбекова

Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОРИЗОНТАЛЬНО-СЛОИСТОЙ СРЕДЫ

Для уравнений гиперболического и параболического типов актуальным является разработка и теоретическое исследование эффективных алгоритмов решения задач с обратным коэффициентом. Эта работа предназначена для быстрого решения точных задач методом пересчета. Способ пересчета слоя позволяет получить из слоя в слой таким образом, чтобы при пересчете не были собраны ошибки. Это наиболее эффективный метод численного решения системы дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений второго порядка для горизонтально-слоистой среды. Рассмотрена обратная задача. В настоящее время для диагностики используются подповерхностные радиолокационные приборы (георадары), которые выпускаются в виде подземных и других наземных сооружений. В дальнем и ближнем зарубежье существуют различные модификации приборов, нашедшие широкое коммерческое применение. Известно, что проведение полевых экспериментов зачастую затруднено под воздействием объективных и субъективных внешних факторов. Например, точность измерительных приборов, случайные ошибки персонала должны быть одинаковыми при повторении экспериментов, условия эксперимента могут влиять на результаты расчетов, но это не всегда имеет место на практике, и так далее. Исследования проводились с помощью георадарного комплекса «Zond-12e» с антенной 300мГц. Получены и обработаны данные георадарного комплекса «Zond-12e» для интерпретации.

Ключевые слова: интерпретация, горизонтально-слоистая среда, геофизика, однородная среда, исследование

*D. Zh. Omarkhanova, Zh. O. Oralbekova

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

Material received on 12.06.21.

INTERPRETATION OF DATA FROM THE RADAR SYSTEM OF HORIZONTALLY LAYERED MEDIUM

For equations of hyperbolic and parabolic types, the development and theoretical study of effective algorithms for solving problems with the inverse coefficient is relevant. This work is designed to quickly solve exact problems using the conversion method. The layer recalculation method allows you to get from layer to layer in such a way that errors are not collected during the recalculation. This is the most effective method for numerically solving a system of differential equations and second-order differential equations for a horizontally layered medium. The inverse problem is considered. Subsurface radar devices (GPR) are currently using for diagnostics and are available in the form of underground and other surface structures. In the far and near abroad there are various modifications of devices that have found wide commercial application. It is known, conducting field experiments is often difficult under the influence of objective and subjective external factors. For example, the accuracy of measurement instruments, random errors of personnel should be the same with the repetition of experiments, experimental conditions may affect the results of calculations, but this is not always the case in practice, and so on. The research was carried out using the ZOND-12e ground-penetrating radar. Data from the ZOND-12e GPR for interpretation.

Keywords: interpretation, horizontally layered medium, geophysics, homogeneous medium, research.

<https://doi.org/10.48081/ZMMX4346>

*А. Ж. Саринова, Т. И. Третьякова

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ

Работа посвящена описанию основных особенностей современных баз данных, обеспечивающие промышленные решения глобальных сервисов. В статье был представлен рейтинг баз данных, который определил данное исследование. Произведен анализ баз данных OLAP и OLTP, а также современных базы данных, использующие хранилища данных таких социальных сетей, как Instagram, Facebook. Проведенные исследования доказывают что, промышленные решения на базе Cassandra широко распространены для обеспечения сервисов таких компаний, как Cisco, IBM, Cloudkick, Reddit, Digg, Rackspace, Apple, Twitter и Spotify. В результате исследований выявлены определенные преимущества и недостатки системы управления базами данных Cassandra, которые позволили отличить высокую степень масштабируемости, удовлетворяющая огромными данными и требовательными к производительности сценарии ее использования.

Ключевые слова: базы данных, системы управления базами данных, Cassandra, SQLite, MySQL, Microsoft SQL Server, PostgreSQL.

Введение

В этом году в рамках опроса разработчиков Stack Overflow было опрошено около 65 000 разработчиков, которые голосовали за свои повседневно используемые языки программирования, инструменты, библиотеки и многое другое. Согласно опросу, первое место по-прежнему занимает MySQL, за ней следуют PostgreSQL и Microsoft SQL Server [1].

Рассмотрим десять лучших баз данных из опроса, которые наиболее часто используются разработчиками во всем мире в 2020 году.

1 MySQL – одна из самых популярных систем управления базами данных SQL с открытым исходным кодом. Программное обеспечение для баз

данных MySQL, разработанное Oracle, представляет собой систему клиент / сервер, которая состоит из многопоточного SQL-сервера, поддерживающего различные серверные части, несколько различных клиентских программ и библиотек, административных инструментов и широкого набора интерфейсов прикладного программирования (API).

2 PostgreSQL – это мощная объектно-реляционная база данных с открытым исходным кодом, которая включает в себя некоторые ключевые функции, такие как надежность, надежность и производительность. Он использует и расширяет язык SQL в сочетании с множеством функций, которые безопасно хранят и масштабируют самые сложные рабочие нагрузки данных. PostgreSQL имеет множество функций, призванных помочь разработчикам создавать приложения. Это позволяет администраторам защищать целостность данных и создавать отказоустойчивые среды, а также помогать управлять данными.

3 Microsoft SQL Server – это система управления реляционными базами данных, разработанная Microsoft. SQL Server 2019 включает в себя ряд интуитивно понятных функций, таких как получение аналитической информации обо всех данных путем выполнения запросов к реляционным, нереляционным, структурированным и неструктурированным данным, гибкость в использовании языка и платформы по выбору пользователя с поддержкой открытого исходного кода, масштабируемость, производительность для повышения стабильности и времени отклика базы данных и многое другое.

4 SQLite – это внутрипроцессная библиотека, которая реализует автономный, бессерверный, транзакционный механизм базы данных SQL с нулевой конфигурацией. Это встроенный механизм базы данных SQL, и в отличие от большинства других баз данных SQL, SQLite не имеет отдельного серверного процесса.

5 MongoDB – это распределенная база данных общего назначения на основе документов, созданная для современных разработчиков приложений и для облачной эпохи. Это одна из популярных баз данных, которая сочетает в себе масштабируемость и гибкость. MongoDB – это база данных документов, что означает, что он хранит данные в JSON-подобных документах.

6 Redis – это хранилище структур данных в памяти с открытым исходным кодом, используемое в качестве базы данных, кеша и брокера сообщений. Он поддерживает структуры данных, такие как строки, хэши, списки, наборы, отсортированные наборы с запросами диапазона, растровые изображения, гиперлоггоги, геопространственные индексы с запросами радиуса и потоками. Redis написан на ANSI C и работает в большинстве систем POSIX, таких как Linux, * BSD, OS X, без внешних зависимостей.

7 MariaDB Server – один из самых популярных серверов баз данных, который превращает данные в структурированную информацию в широком

спектре приложений, от банковских до веб-сайтов. Он разработан как программное обеспечение с открытым исходным кодом и как реляционная база данных. Он также предоставляет интерфейс SQL для доступа к данным.

8 Oracle Database – это многомодельная система управления базами данных для более безопасного выполнения всех рабочих нагрузок, будь то локальная или автономная в Oracle Cloud Infrastructure. Существует несколько интуитивно понятных функций, таких как система управления базой данных, которая позволяет пользователю выбирать из множества вариантов развертывания, таких как локальное, Cloud @ Customer и общедоступное облако. Он помогает создавать высокомасштабируемые приложения, поддерживая все типы данных, включая реляционные, графические, а также структурированные и неструктурированные нереляционные данные.

9 Firebase – это платформа разработки приложений для мобильных и веб-приложений, разработанная Google. Он предоставляет разработчикам адекватные инструменты для разработки высококачественных приложений, а также для увеличения пользовательской базы. Firebase предоставляет различные функции, такие как аналитика, базы данных, обмен сообщениями и отчеты о сбоях.

10 Elasticsearch – это распределенная система поиска и аналитики с открытым исходным кодом для всех типов данных, включая текстовые, числовые, геопространственные, структурированные и неструктурированные данные. Это центральный компонент Elastic Stack, который представляет собой набор инструментов с открытым исходным кодом для приема, обогащения, хранения, анализа и визуализации данных. Скорость и масштабируемость Elasticsearch можно использовать для поиска приложений, поиска на веб-сайтах, ведения журналов и аналитики журналов, мониторинга производительности приложений, аналитики безопасности и многое другого.

Материалы и методы

Базы данных родились из-за необходимости отделить код от данных в середине 1960-х годов. Эти первые базы данных были разработаны с учетом нескольких соображений: количество пользователей, запрашивающих базу данных, ограничено; типы запросов не ограничены - разработчик может использовать любой запрос, какой пожелает; оборудование довольно дорогое [2].

В те дни, когда разработчики вводили интерактивные запросы в терминал, будучи единственными пользователями, имеющими доступ к базе данных, эти соображения были актуальными и ценными. Корректность и согласованность были двумя важными показателями, а не сегодняшними показателями производительности и доступности. Вертикальное масштабирование было решением для растущих потребностей в данных, и

время простоя, необходимое для перемещения данных в случае миграции или восстановления базы данных, было терпимым [3].

Перенесемся на пару десятилетий далее, и требования к базам данных в эпоху Интернета и облачных вычислений намного больше. Объем данных огромен, а обычное оборудование намного дешевле по сравнению с ценами 20-го века.

Произведем анализ баз данных OLAP и OLTP, а также современные базы данных, использующие огромные хранилища данных таких программ, как Instagram, Facebook и т.д. Промышленные решения на базе Cassandra развёрнуты для обеспечения сервисов таких компаний, как Cisco, IBM, Cloudkick, Reddit, Digg, Rackspace, Apple, Twitter и Spotify.

Результаты исследования

Померероста объема данных и широкого распространения взаимодействия в реальном времени через Интернет, основные потребности баз данных стали разделяться на две основные категории OLAP и OLTP, онлайн-аналитическая обработка и онлайн-обработка транзакций, соответственно.

Базы данных OLAP широко известны как хранилища данных. Они хранят исторический след для целей статистического анализа в операциях бизнес-аналитики. Таким образом, базы данных OLAP ориентированы на рабочие нагрузки только для чтения со специальными запросами для пакетной обработки. Количество пользователей, запрашивающих базу данных, значительно невелико, так как обычно только сотрудники компаний имеют доступ к исторической информации.

Базы данных OLTP соответствуют высокоскоростной параллельной обработке транзакционных данных, характеризующейся краткосрочными и заранее определенными запросами, выполняемыми пользователями в реальном времени. Поисковые запросы, выполняемые обычным пользователем на веб-сайте электронной коммерции, и покупка товаров являются основными примерами обработки транзакций. Хотя пользователи обращаются к меньшему подмножеству данных по сравнению с пользователями OLAP, количество пользователей значительно выше, и запросы могут включать как операции чтения, так и записи. Таким образом, важными аспектами баз данных OLTP являются высокая доступность, параллелизм и производительность [4].

На веб-сайтах запросы пользователей заранее определены; у пользователей нет доступа к терминалу базы данных для выполнения любого запроса, который им нужен. Запросы скрыты в логике приложения. Это позволяет оптимизировать для достижения высокой производительности.

В новой экосистеме баз данных, где масштабируемость является важным показателем, а высокая доступность важна для получения прибыли, базы данных NoSQL были предложены в качестве решения для достижения

более простой масштабируемости и повышения производительности, выбрав дизайн АР из теоремы САР. Однако это означало отказ от строгой согласованности и транзакционных свойств ACID, предлагаемых RDMBS, в пользу конечной согласованности в большинстве проектов NoSQL [5].

В базах данных NoSQL используется модель, отличная от реляционной, например, ключ-значение, документ, широкий столбец или граф. В этих моделях базы данных NoSQL не нормализуются и изначально не имеют схем. Большинство баз данных NoSQL поддерживают автоматическое сегментирование, что позволяет легко масштабировать по горизонтали без вмешательства разработчика.

NoSQL может быть полезен для таких приложений, как социальные сети, где возможна согласованность в конечном итоге - пользователи не замечают, если они видят несогласованное представление базы данных, и поскольку данные включают обновления статуса, твиты и т. д., Строгая согласованность не является существенной. Однако базы данных NoSQL непросто использовать в системах, где согласованность критична, например в платформах электронной коммерции.

Системы NewSQL рождаются из желания объединить масштабируемость и высокую доступность NoSQL вместе с реляционной моделью, поддержкой транзакций и SQL традиционных СУБД. Универсальные решения подошли к концу, и начали расти специализированные базы данных для различных рабочих нагрузок, таких как OLTP. Большинство баз данных NewSQL рождаются в результате полной модернизации, в значительной степени ориентированной на OLTP или гибридные рабочие нагрузки.

Традиционная архитектура RDMBS не разрабатывалась с учетом распределенной системы. Скорее, когда возникла необходимость, поддержка распределенных дизайнов была построена в последнюю очередь поверх первоначального дизайна. Из-за своей нормализованной структуры, а не агрегированной формы NoSQL, СУБД должна была ввести сложные концепции как для горизонтального масштабирования, так и для сохранения требований согласованности. Для горизонтального масштабирования были разработаны архитектуры ручного сегментирования и «ведущий-ведомый».

Однако СУБД теряет большую часть своей производительности при масштабировании, поскольку соединения становятся более дорогостоящими из-за перемещения данных между разными узлами для агрегирования, а накладные расходы на обслуживание становятся трудоемкими. Чтобы сохранить производительность, были разработаны сложные системы и продукты, но сегодня традиционные СУБД не считаются масштабируемыми по своей сути.

База данных Apache Cassandra – правильный выбор, когда вам нужна масштабируемость и высокая доступность без ущерба для производительности.

Линейная масштабируемость и проверенная отказоустойчивость на стандартном оборудовании или облачной инфраструктуре делают его идеальной платформой для критически важных данных. Поддержка Cassandra для репликации в нескольких центрах обработки данных является лучшей в своем классе, обеспечивая меньшую задержку для ваших пользователей и уверенность в том, что вы можете пережить региональные отключения [6].

Apache Cassandra – это распределенная база данных NoSQL с открытым исходным кодом, которая началась внутри Facebook и была выпущена как проект с открытым исходным кодом в июле 2008 года. Cassandra обеспечивает непрерывную доступность (нулевое время простоя), высокую производительность и линейную масштабируемость, которые требуются современным приложениям, а также предлагая простоту эксплуатации и легкую репликацию в центрах обработки данных и в разных регионах. Cassandra может обрабатывать петабайты информации и тысячи одновременных операций в секунду, что позволяет организациям управлять большими объемами данных в гибридных облачных и многооблачных средах.

Apache Cassandra был разработан Авинашем Лакшманом и Прашантом Маликом, когда оба работали инженерами в Facebook. База данных была разработана для поддержки функции поиска по входящим сообщениям Facebook, позволяя пользователям быстро находить разговоры и другой контент, который они искали. Архитектура объединила модель распределения, предложенную в документе Amazon Dynamo, чтобы обеспечить горизонтальное масштабирование по множеству узлов с механизмом хранения с лог-структурой, описанным в документе Google BigTable. Результатом стала база данных с высокой степенью масштабируемости, которая могла удовлетворить самые насыщенные данными и требовательные к производительности сценарии использования.

В июле 2008 года Facebook открыл Cassandra. В марте 2009 года Cassandra стала проектом Apache Incubator. В апреле 2010 года он вышел из инкубатора, став проектом высшего уровня Apache Foundation. Сегодня Cassandra находится в свободном доступе под лицензией Apache License 2.0. Команда DataStax была лидером в развитии базы данных с открытым исходным кодом, отвечая за большую часть кода проекта, фиксируемого до версии 3.0, в выпуске 4.0 и последующих версиях.

Основные особенности и преимущества Cassandra

Если вам нужно обрабатывать журналы сервера, электронные письма, сообщения в социальных сетях или PDF-файлы, Cassandra поможет вам. В результате вы сможете принимать более обоснованные решения, не оставляя никаких данных в таблице. Помимо этого, Кассандра обладает множеством других преимуществ.

Открытый исходный код: современные организации, занимающиеся разработкой программного обеспечения, в подавляющем большинстве перешли на использование технологий с открытым исходным кодом, начиная с операционной системы Linux и заканчивая инфраструктурой для управления данными. Технологии с открытым исходным кодом привлекательны своей доступностью и расширяемостью, а также гибкостью, позволяющей избежать привязки к поставщику. Организации, внедряющие открытые исходные коды, сообщают о более высокой скорости инноваций и более быстром их внедрении. Гибкий, знакомый интерфейс: язык запросов Cassandra (CQL) похож на SQL, а это означает, что большинству разработчиков будет довольно легко с ним познакомиться.

Высокая производительность: большинство традиционных баз данных имеют первичную / вторичную архитектуру. В этих конфигурациях одна первичная реплика выполняет операции чтения и записи, а вторичные реплики могут выполнять только операции чтения. К недостаткам этой архитектуры относятся увеличенная задержка, а также более высокие затраты и меньшая доступность при масштабировании. В Cassandra ни один узел не отвечает за репликацию данных в кластере. Вместо этого каждый узел может выполнять все операции чтения и записи. Это повышает производительность и повышает отказоустойчивость базы данных.

Масштабируемость: в традиционных средах масштабирование приложений – это трудоемкий и дорогостоящий процесс, который обычно достигается за счет вертикального масштабирования с помощью более дорогих машин. Cassandra позволяет масштабировать по горизонтали, просто добавляя дополнительные узлы в кластер. Если, например, четыре узла могут обрабатывать 200 000 транзакций в секунду, восемь узлов смогут обрабатывать 400 000 транзакций в секунду.

Беспрепятственная репликация: современные ведущие предприятия все чаще переходят на развертывание с несколькими центрами обработки данных, гибридным облаком и даже с несколькими облаками, чтобы воспользоваться преимуществами различных развертываний, не попадая в экосистему какого-либо одного поставщика. Однако получение максимальной отдачи от мультиоблачных сред начинается с наличия базовой облачной базы данных, которая предлагает: масштабируемость, безопасность, производительность и доступность. По этим причинам неудивительно, что рынок облачных баз данных будет расти почти на 65 % каждый год и к 2022 году достигнет 68,9 млрд долларов.

Проблемы, с которыми сталкиваются разработчики и администраторы Cassandra.

1 Ухудшение времени чтения. «Реляционные базы данных не могут обрабатывать очень большие потоки данных из-за их внутренней структуры.

Производительность СУБД снижается по мере увеличения объема данных», – говорит Хуррам Пирзада. На начальных этапах развертывания Cassandra остается быстрой. С течением времени строки данных распределяются, что в конечном итоге приводит к появлению надгробий. Этот вопрос также обсуждался практиками Hadoop & Cassandra на саммите Cassandra в 2013 году. Майкл Копп, технический менеджер по продукции Ruxit, отмечает, что «проблема деградации может быть связана с неправильным дизайном схемы и неправильным шаблоном доступа». Еще более серьезная проблема возникает при добавлении и удалении столбцов в одной строке с течением времени, что приводит не только к распределению строки, но и к снижению средней производительности.

2 Медленные узлы могут привести к остановке кластера. Есть три основные причины, которые могут замедлить работу узлов в Cassandra (по умолчанию на каждый сервер приходится 256 виртуальных узлов). «Во-первых, инфраструктура может не поддерживать, или схема может не соответствовать потоку данных, и, наконец, типы данных имеют такое огромное разнообразие, что инстансы БД могут очень быстро заполнять свои резервуары, что замедляет работу кластера», – заметил Пирзада.

Аппаратное уплотнение и медленная сеть напрямую вызывают проблемы с производительностью в Cassandra. Очередь координатора находится в каждом узле, который ожидает завершения всех запросов. Очередь может заполниться из-за одного медленного узла, и это может привести к тому, что весь кластер перестанет отвечать на любые входящие запросы. Использование клиента с поддержкой токенов может обойти проблему координатора. Astyanax – это клиент с поддержкой токенов, используемый в качестве Java-клиента высокого уровня для Cassandra.

3 Неудачные операции. Как неудачная операция влияет на систему? Ответ генерируется, когда блок данных застывает из-за какой-либо проблемы с задержкой. Однако, если пакетная обработка продолжается, генерация данных продолжается, и размещение данных становится серьезной проблемой. И оборудование, и программное обеспечение могут влиять друг на друга. Иногда аппаратная задержка влияет на производительность программного обеспечения или программное обеспечение может передавать неправильные триггеры, которые могут заглушить работу оборудования.

Отраслевые практики много говорили о проблеме оперативного аварийного переключения. Сринат Перера, старший архитектор программного обеспечения в WSO2 Inc., говорит, что Cassandra поддерживает идемпотентные операции вместо атомарных, что означает, что система остается в том же состоянии, независимо от того, сколько раз операции выполняются. Помимо

этого, Cassandra поддерживает пакетные операции, и поскольку эти операции идемпотентны, они могут оставлять побочные эффекты.

4 Высокая частота обратных запросов на чтение. База данных Cassandra спроектирована таким образом, что она приводит к транзакциям, которые делают слишком много запросов для каждого конечного пользователя. Выполнение чрезмерных запросов и чтение большего количества данных замедляет фактическую транзакцию, что приводит к проблемам с задержкой.

Выводы

Отслеживайте и обнаруживайте проблемы с помощью решения (управление производительностью приложений), которое стремится обнаруживать и диагностировать сложные проблемы для поддержания ожидаемого уровня обслуживания. Разработчики должны выбирать изменение кода и модели данных, частоту запросов на чтение и запись можно ограничить или контролировать. Cassandra обеспечивает гибкость в распределении данных там, где вам нужно, путем репликации данных между несколькими центрами обработки данных. Cassandra была разработана для работы на дешевом оборудовании, выполняет невероятно быструю запись и может хранить сотни терабайт данных, не жертвуя эффективностью чтения.

Список использованных источников

1 <https://analyticsindiamag.com/10-most-used-databases-by-developers-in-2020> [Электронный ресурс].

2 Карпентер Д., Хьюитт Э. Cassandra. Полное руководство. 2-е изд. / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 400 с.: ил.

3 Adam F. No SQL for dummies. John Wiley & Sons. Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774, 2015. – 459 р.

4 Фаулер М., Садаладж П. No SQL: новая методология разработки нереляционных баз данных : Пер с англ. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2013. – 192 с.

5 <https://cassandra.apache.org/> [Электронный ресурс].

6 <https://www.datastax.com/cassandra> [Электронный ресурс].

References

1 <https://analyticsindiamag.com/10-most-used-databases-by-developers-in-2020> [Electronic resource].

2 Karpenter D., H'yuitt E. Cassandra [Cassandra] Complete guide. 2nd ed. / per. from English A. A. Slinkina. – M.: DMK Press, 2017. – 400 p.: ill.

3 Adam F. No SQL for dummies. John Wiley & Sons. Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774, 2015. – 459 p.

4 Fauler M., Sadaladzh P. No SQL: novaya metodologiya razrabotki nerelyacionnyh baz dannyh [No SQL: A New Methodology for Designing Non-Relational Databases] : Per from English. –M. : LLC “I. D. Williams”, 2013. –192 p.

5 <https://cassandra.apache.org/> [Electronic resource].

6 <https://www.datastax.com/cassandra>[Electronic resource].

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*А. Ж. Саринова, Т. И. Третьякова

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 12.06.21 баспаға түсті.

ДҮНИЕЖУЗІЛІК ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ҮШІН ОНДІРІСТІК ШЕШІМДЕРДІ БЕРУ ҮШІН ЖАҚСАРТАЙЛҒАН МӘЛІМЕТТЕРДІҢ НЕГІЗГІ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жұмыс галамдық қызметтерге ондірістік шешімдер үсыншатын заманау мәліметтер қорының негізгі сипаттамаларын сипаттауга арналған. Мақалада осы зерттеуді анықтаған мәліметтер базасының рейтингі үсынылды. OLAP және OLTP дерекқорларына, сондай-ақ Instagram, Facebook сияқты әлеуметтік желілердің деректерін сақтауды қолданатын заманау мәліметтер базасына талдау жүргізілді. Зерттеулер Кассандра негізіндегі ондірістік шешімдер Cisco, IBM, Cloudkick, Reddit, Digg, Rackspace, Apple, Twitter және Spotify сияқты компанияларға қызмет көрсету үшін кеңінен қолданылатынын дәлелдеді. Зерттеулер нәтижесінде Кассандра мәліметтер қорын басқару жүйесінің белгілі бір артықшылықтары мен кемшиліктері анықталды, бұл ауқымдылықтың жогары дәрежесін ажыратуға мүмкіндік берді, бұл үлкен деректерді қанагаттандырады және оны пайдалану сценарийлеріне талап етеді.

Кілтті сөздер: мәліметтер базасы, мәліметтер қорын басқару жүйелері, Cassandra, SQLite, MySQL, Microsoft SQL Server, PostgreSQL.

*A. Zh. Sarinova, T. I. Tretyakova

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 12.06.21.

KEY FEATURES OF ADVANCED DATABASES PROVIDING INDUSTRIAL SOLUTIONS FOR GLOBAL SERVICES

The work is devoted to the description of the main features of modern databases that provide industrial solutions for global services. The article presented the database rating that determined this study. The analysis of OLAP and OLTP databases, as well as modern databases using data storages of such social networks as Instagram, Facebook, was carried out. Research has proven that Cassandra-based industrial solutions are widely used to provide services to companies such as Cisco, IBM, Cloudkick, Reddit, Digg, Rackspace, Apple, Twitter, and Spotify. As a result of the research, certain advantages and disadvantages of the Cassandra database management system were revealed, which made it possible to distinguish a high degree of scalability, satisfying huge data and performance-demanding scenarios of its use.

Keywords: databases, database management systems, Cassandra, SQLite, MySQL, Microsoft SQL Server, PostgreSQL.

<https://doi.org/10.48081/OWBR5967>

***И. Э. Сулейменов¹, Ш. Б. Кабдушев², К. Кадыржан³,
Р. Исқаков⁴, Э. Е. Копишеев⁵**

¹Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Российской Федерации, Республика Крым;

^{2,3}Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы;

⁴Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Ж. Даукеева, Республика Казахстан, г. Алматы;

⁵Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Нур-Султан

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СРЕДСТВ АРОМАТЕРАПИИ

Предложен новый подход к реализации средств ароматерапии и бытовых ароматизаторов, отличительной особенностью которого является использование засоленного растительного сырья. Разработана конструкция ароматизатора, управляемого дистанционно при помощи мобильного приложения, устанавливаемого на смартфон пользователя. Предложенный подход позволяет существенно снизить расходы и на заготовление растительного сырья, и на производство ароматизаторов. Показано, что широкое внедрение ароматизаторов данного типа, сопряженных со средствами телемедицинской диагностики, может стать основой для систем автоматизированного сбора информации о процессах, протекающих в обществе, во многом заменяющих те инструменты, которые основываются на информации, находящейся в распоряжении владельцев социальных онлайн сетей.

Ключевые слова: ароматерапия, телемедицина, информационная война, диагностика социума, мобильное приложение, социальные онлайн сети, бытовые ароматизаторы.

Введение

Средства ароматерапии и проблема диагностики социума.

В современном мире диагностика социума с использованием различного рода Интернет-ресурсов становится одним из важнейших инструментов обеспечения управления обществом.

Не вызывает сомнений, что комплекс сведений, которые получают владельцы социальных онлайн сетей, позволяет им получать более чем обширную информацию о процессах, протекающих в обществе [1,2]. Эта информация сама по себе представляет ценнейший ресурс [3], который, однако, остается в значительной степени недоступным для большинства исследовательских организаций. Более того, существуют серьезные опасения, что «сетевые магнаты» могут вести свою собственную игру, исходя из того, что их интересы далеко не всегда совпадают даже с интересами национальных государств.

Соответственно, остро стоит вопрос об обеспечении конкурентной среды, которая бы, по крайней мере, отчасти блокировала монопольное положение социальных онлайн сетей в указанном выше аспекте. Очевидно, что внедрение аналогов уже существующих социальных сетей представляет собой чрезвычайно сложную задачу. Даже правительственные круги такой страны как Российская Федерация пока только подходят к решению указанной проблемы, невзирая на то, что многие авторы указывают на уязвимость страны в плане использования социальных онлайн сетей как инструмента информационной войны [4-6]. (Более полный обзор таких работ дан в монографии [7].)

Трудности здесь заведомо будут значительными, поскольку соответствующая ниша уже практически полностью заполнена, соответственно попытки внедрения любых аналогов социальных онлайн сетей не представляются конструктивными.

Однако, аналогичную задачу, то есть получение информации о процессах, протекающих в обществе, можно получать и по другим каналам.

Анализ

В данной работе обсуждается вопрос о создании средств диагностики социума, сопряжённых с реализацией вполне определённой категории товаров, обеспечивающих коррекцию психофизиологического состояния пользователей за счёт методов ароматерапии.

Как показано в многочисленных работах, в частности в [8-10], средства ароматерапии действительно в состоянии оказывать весьма и весьма благотворный эффект на психофизиологическое состояние пользователей. Они экологически чисты, заведомо не наносят ущерба здоровью, создают дополнительный бытовой комфорт и обладают многими другими

преимуществами. Более того, использование такого рода средств, может быть сопряжено с весьма популярной в настоящее время концепцией «Internet of things».

Конкретно речь идет о создании технических систем, которые бы позволяли реализовывать ароматерапевтические методики с использованием различного рода мобильных приложений, в том числе и диагностического характера. Этот вопрос уже обсуждался ранее в работе [11]. Однако, совершенствование такого рода средств остается актуальной задачей.

В данной работе предложен новое техническое решение, которое позволяет получать аромамасла из растительного сырья, подвергшегося минимальной переработке. Отметим также, что подход, предлагаемый в данной работе, может быть параллельно использован и для диагностики социума, поскольку данные, получаемые в процессе продаж, могут быть пересчитаны в соответствующие показатели.

В этой связи подчеркнем, что для отслеживания «информационного следа», который оставляет пользователь в современном телекоммуникационном пространстве, в той или иной степени годятся практически любые категории товаров.

Так, человек, приобретающий ту или иную книгу, неизбежно раскрывает перед продавцом круг своих интересов. Возможно, эта информация далеко не так полна, как та, что содержится в социальных сетях, однако, для многих целей, в частности для исследовательских, она является достаточной. Более того, выводы, которые сделаны в работах [12-14] на основе нейросетевой трактовки ноосферы, позволяют утверждать, что при адекватной интерпретации и последующей теоретической обработке данных нет необходимости использовать большие объемы информации. Скажем, с точки зрения применения инструментов информационной войны (и противодействия им) информация, отражаемая в социальных онлайн сетях, даже является избыточной.

Следовательно, организации, которые осуществляют независимый мониторинг информационных процессов, протекающих социуме, не могут не быть заинтересованы в некотором альянсе с торговыми организациями, осуществляющими поставку определенных товаров на рынок.

В то же время, здесь является весьма важной и сама категория товаров. В частности, для исследовательских целей, так или иначе связанных с проблематикой информационной войны целесообразно выбирать именно такие товары, покупка так или иначе отражает психофизиологическое состояние пользователей. Этому критерию удовлетворяют, в частности, средства, используемые для ароматерапии. Более того, как показано в данной работе, существует возможность обеспечить автоматизацию

диагностики при применении таких средств. Тем самым, обеспечивается и автоматизированная диагностика социума, при условии, конечно, что средства ароматерапии будут использоваться массово.

Для этого уже имеются все предпосылки. Конкретно, есть основания полагать, что в обозримом будущем будет наблюдаться всплеск к средствам ароматерапии. Это связано прежде всего с тем, что вследствие жестких карантинных мер, предпринятых правительствами различных стран вследствие пандемии COVID-19 имело место резкое изменение привычного образа жизни у большого количества людей. Это не могло не вызвать соответствующие стрессы, не могло не сказатьсь на психофизиологическом состоянии населения [15].

Следовательно, потребность коррекции психофизиологического состояния заведомо будет возрастать. Более того, при условии адекватной маркетинговой стратегии, осуществляющей совместно торговыми и исследовательскими организациями, это может дать и выраженный дополнительный коммерческий эффект.

Тем самым, дальнейшее совершенствование методов ароматерапии способно решить триединую задачу:

- массовую коррекцию психофизиологического состояния населения, подвергшегося выраженным стрессам (в том числе, психологическим) в силу вынужденных карантинных мер;
- создание альтернативных (по отношению к социальным онлайн сетям) инструментам диагностики социума;
- обеспечение реального партнерства между исследовательскими и торговыми организациями, нацеленного и на получение научных результатов, и на извлечение прибыли за счет внедрения новых научноемких технологий.

Результаты

Внедрение средств ароматерапии: экономический аспект

В силу нарастающих кризисных трендов в мировой экономике для таких стран как Казахстан остро стоит вопрос об импортозамещении, причем есть все основания полагать, что актуальность решения данной задачи в обозримом будущем будет только возрастать. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что за годы независимости казахстанцы достигли достаточно высокого уровня жизни, и существуют обширные социальные группы, которые привыкли к определенному уровню комфорта, в том числе и в плане приобретения товаров категории лакшери.

Одним из компонент товаров данной категории являются различного рода ароматические свечи, ароматические масла, наливаемые в диффузоры и другие системы, предназначенные для повышения комфортности

жилых помещений, фактически основанные на методах ароматерапии или приближающихся к ним по эффекту и назначению.

Продукция этой категории, представленная на казахстанском рынке, действительно относится к категории лакшери, в частности, стоимость ароматических свечей и аромамасел в розничной продаже часто превышает несколько тысяч тенге. Простейшие оценки, основанные на подсчете количества торговых точек, позволяют получить оценку объема данного рынка, которая составляет, как минимум, нескольких сотен миллионов тенге в год.

Также существенно, что Казахстан обладает всем необходимым растительным и природным сырьем, которое позволило бы вытеснить импортную продукцию данной разновидности с рынка. Существующие типы ароматизаторов, включая аромасвечи и аромамасла, представляют собой, однако, продукт достаточно глубокой переработки растительного сырья. Конкурировать с иностранными производителями (в особенности французскими) на этом рынке, мягко говоря, затруднительно. Следовательно, можно поставить задачу об упрощении переработки и более того, поставить вопрос так, чтобы производители сельхозпродукции могли использовать отходы (или побочную продукцию) для этой цели.

Именно эту задачу и решает рассматриваемый ниже ароматизатор с дистанционным управлением.

Ароматизатор с дистанционным управлением через мобильное приложение

Исходя из сказанного выше, для Республики Казахстан необходимо изыскать альтернативные пути создания ароматизаторов, которые позволяли бы исключить практически полностью все операции по переработке исходного сырья. В ароматизаторе предложенного типа используется практически не переработанное исходное сырье: основная идея состоит в том, что многие источники эфирных масел и других летучих компонент растительного происхождения (такие как листья смородины, лаванда, многие другие растения, которые могут культивироваться даже в небольших объемах), могут быть сохранены предельно простым путем за счет обычной засолки.

Пары летучих компонент образуются за счет индукционного нагрева засоленного растительного сырья высокочастотным электромагнитным полем (рабочая частота 200 кГц). Для повышения эффективности нагрева сырье смешивается с металлической стружкой или резанной фольгой в пропорции 20:1 по весу.

Радиоэлектронная схема устройства показана на рис. 1.

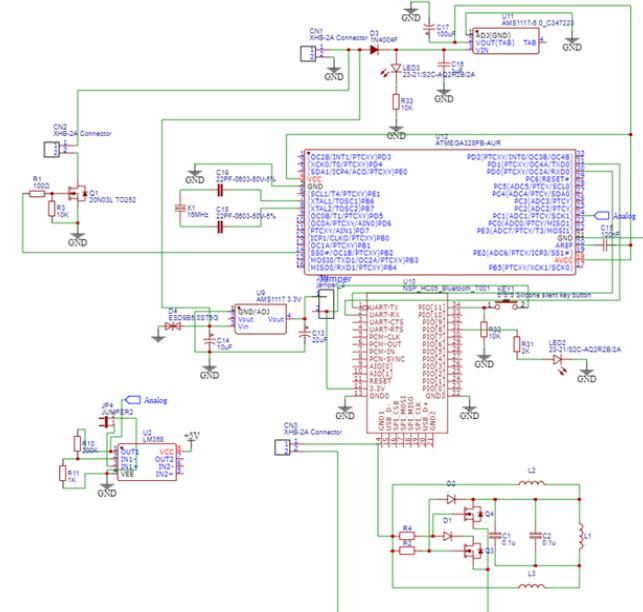


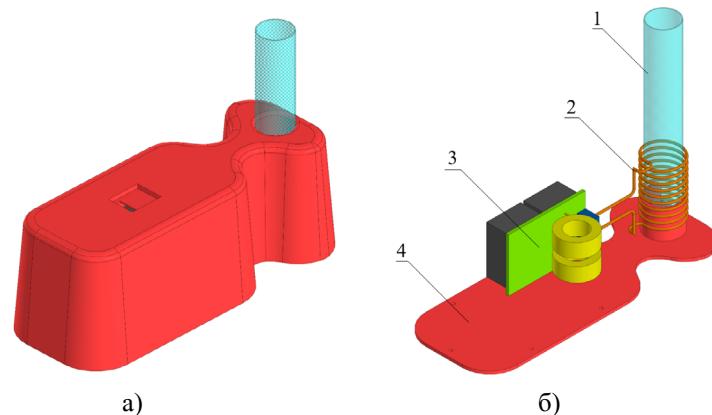
Рисунок 1 – Принципиальная радиоэлектронная схема ароматизатора

Основным элементом схемы является катушка индуктивности L1, возбуждающая вихревые токи в металлических добавках к сырью, за счет чего происходит разогрев. Катушка L1 совместно с конденсаторами C1, C2 образует колебательный контур. Колебания поддерживаются поочередно открывающимися полевыми транзисторами Q3, Q4. Дроссели L2, L3 ограничивают и сглаживают питающий ток.

Регулировка мощности обеспечивается полевым транзистором Q1, включенным в режиме ключа, который выполняет роль широкоимпульсного регулятора (ШИР). Микроконтроллер Atmega328 обеспечивает установку рабочей температуры, ее контроль и т.д.

Управление ароматизатором, в том числе установка рабочей температуры, осуществляется программно при помощи мобильного приложения, установленного на смартфон. Данные передаются на Bluetooth модуль HC-05, который, в свою очередь, передает их на микроконтроллер Atmega328, в виде байтов через UART.

Внешний вид ароматизатора предложенной конструкции, а также размещение деталей внутри корпуса показано на рис. 2.



а) – внешний вид, б) – расположение деталей внутри корпуса;
1 – емкость для сырья, 2 – катушка индуктивности, 3 – управляющий радиоэлектронный блок, 4 – нижняя крышка корпуса.

Рисунок 2 – Ароматизатор в сборке

Рисунок подчеркивает, что предложенный подход действительно позволяет существенно упростить технологию изготовления ароматизаторов за счет того, что элементы конструкции, обеспечивающие управление режимом отделения летучих компонент де-факто заменены программным обеспечением, устанавливаемым на смартфон пользователя в соответствии с основной идеей работы [11].

Основной технологической операцией в производстве ароматизаторов данного типа является изготовление весьма простой печатной платы, фотография которой показана на рис. 3. Простоту конструкции иллюстрирует также фотография корпуса (рис.4), которая подчеркивает, что единственным элементом прямого управления является кнопка «Вкл/Выкл».

Ароматизотор предложенного типа в простейшей модификации уже отработан. Экспериментально показано, что ароматизация жилого помещения может действительно быть осуществлена при использовании засоленного растительного сырья самых различных разновидностей. Конкретно, использовалась засоленная кожура апельсинов, засоленная мята, ромашка, а также сбор разнотравья. Установлено, что технологический разброс при заготовке сырья полностью компенсируется подбором рабочей температуры, задаваемой программно. Более того, химический анализ конденсированных паров показал, что требования к заготовке сырья являются достаточно низкими. Так, наличие грязевой компоненты в сборе разнотравья никак не влияло на конечный результат.

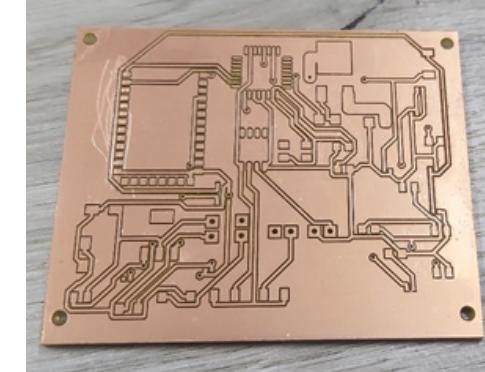


Рисунок 3 – Фотография печатной платы радиоэлектронного блока управления ароматизатором



а)
б)
Рисунок 4 – Фотографии корпуса (печать на 3D-принтере)

Обсуждение

Перспективы использования ароматизатора с дистанционным управлением

Говоря о перспективах дальнейшего развития данного подхода, прежде всего следует подчеркнуть, что метод возгонки летучих компонент, содержащихся в растительном сырье, использующих индукционный нагрев, во-первых, позволяет регулировать скорость их выделения в достаточно широких пределах, а, во-вторых, данный метод обладает весьма низкой инерционностью. Это связано с тем, что за счет добавления металлической компоненты в засоленное сырье происходит ускоренный нагрев композиции, благодаря чему отделение летучих компонент характеризуется временем запаздывания не более нескольких десятков секунд, причем данный показатель может быть уменьшен и далее.

Следовательно, возникает возможность реализовывать и многоканальные ароматизаторы, использующие ту же самую схему, которые будут способны изменять состав летучих компонент в режиме реального времени.

Многоканальные ароматизаторы такой конструкции, предусматривающие параллельное использование нескольких картриджей (аромапатронов), позволяют обеспечить сопряжения средств ароматерапии с системами телемедицинской диагностики, которые развивались достаточно бурно в последнее время и получили дополнительный импульс в связи с вынужденными карантинными мерами в период пандемии 2020 г. А именно, современный этап развития телемедицинской диагностики позволяет реализовывать интеллектуальные системы, вырабатывающие рекомендации по профилактике (в том числе, по профилактике стрессов и синдрома эмоционального выгорания) в автоматическом режиме. Соответствующая информация может обеспечить управление многоканальным ароматизатором также в автоматическом режиме.

При внедрении такого подхода в массовое использование, очевидно, возникает возможность получать весьма подробную картину психофизиологического состояния общества, что представляется весьма важным в том числе в связи с разработкой все более изощренных инструментов ведения информационной войны.

Внедрение многоканальных ароматизаторов предложенного типа в массовое использование облегчается тем, что они также могут использоваться как приставка к устройствам воспроизведения музыки, поскольку купаж ароматических веществ, выделяющихся при индукционном нагреве, может изменяться в режиме реального времени с приемлемой скоростью.

Выходы

Таким образом, предложенный подход позволяет реализовать ароматизаторы, использующие засоленное растительное сырье. Это существенным образом упрощает и заготовку сырья (вплоть до возможности использования побочного продукта, например, листьев смородины), и конструкцию самих ароматизаторов. Существенное упрощение конструкции ароматизатора достигается тем, что система управления де-факто полностью заменяется мобильным приложением, устанавливаемым на смартфон пользователя.

Дешевизна и удобство в использовании создают все предпосылка для внедрения ароматизаторов данного типа в широкое использование, причем в различных модификациях. Это могут быть профилактические системы, сопряженные со средствами телемедицинской диагностики, приставки к устройствам воспроизведения музыки, оборудование для кабинетов психологической разгрузки и т.д.

Внедрение предложенных систем в массовое использование, в свою очередь, создает предпосылки для реализации инструментов диагностики психофизиологического состояния социума, что является актуальным в силу нарастающей конфликтности в информационном пространстве, выливающейся во все более масштабные информационные войны.

Благодарности

Работа выполнена в рамках грантового проекта №AP08052806-OT-20 «Разработка методов управляемой экстракции ценных компонент из природного растительного сырья», финансируемого Комитетом науки МОН РК.

Список использованных источников

- 1 **Филь, М.** Социальные сети. Новые технологии управления миром. – Litres, 2020.
- 2 **Добринская, Д. Е.** Социологическое осмысление Интернета: теоретические подходы к исследованию сети (окончание)//Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. – 2016. – Т. 22. – №. 4.
- 3 **Бершадская, Л.А., Биккулов, А.С., Болгова, Е.В., Чугунов, А.В., Якушев, А.В.** Социальные сети и социометрические исследования: теоретические основания и практика использования автоматизированного инструментария изучения виртуальных сообществ //Информационные ресурсы России. – 2012. – №. 4. – С. 19-24.
- 4 **Желтухина, М. Р., Павлов, П. В.** Социальная сеть «Facebook» в XXI веке: от инструмента коммуникации к инструменту информационной войны //Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2016. – №. 7-3 (61).
- 5 **Акопов, Г. Л.** Феномен информационных войн в сети «Интернет» и его воздействие на современную политику //Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2011. – №. 1.
- 6 **Фролов, Н. В.** Социальные сети как инструмент ведения информационных войн //Социодинамика. – 2018. – №. 8.
- 7 **Слейменов И.Э., Габриелян О.А., Пак И.Т., Бакиров А.С., Ирмухаметова Г.С., Мун Г.А.** Информационные войны 21-го века: стремительная трансформация// Алматы-Симферополь: Изд-во «ТОО PrintExpress», 2017–234 с.
- 8 **Lee, M. K., Lim, S., Song, J. A., Kim, M. E., & Hur, M. H.** The effects of aromatherapy essential oil inhalation on stress, sleep quality and immunity in healthy adults: Randomized controlled trial. European Journal of Integrative Medicine, 12, 2017. – P. 79-86.
- 9 **Ahmady, S., Rezaei, M., & Khatony, A.** Comparing effects of aromatherapy with lavender essential oil and orange essential oil on fatigue of

hemodialysis patients: A randomized trial. Complementary therapies in clinical practice, 36, 2019. – P. 64-68.

10 **Reis, D., & Jones, T.** Aromatherapy: Using Essential Oils as a Supportive Therapy. Clinical journal of oncology nursing, 21(1), 2017. – P. 16-19.

11 **Suleimenov, I. E., Kabdushev, S. B., Kadyrzhan, K., Shaltikova, D. B., & Moldakhan, I.** New Technologies for Measuring Viscosity: Using Mobile Applications. In Proceedings of the 2020 6th International Conference on Computer and Technology Applications. 2020, April. – P. 129-133.

12 **Коньшин С.В., Витулёва Е.С., Сулейменов И.Э.** Коммуникации в обществе: взгляд с позиций теории нейронных сетей // Вестник Гуманитарного факультета СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича. – 2019. - №11. – С. 38-44.

13 **Сулейменов И.Э., Витулёва Е.С., Коньшин С.В.** Код и знаковые системы с точки зрения диалектики информации // Вестник Гуманитарного факультета СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича - 2019. - №11. - С. 99-104.

14 **Калимольдаев М.Н., Мун Г.А., Пак И.Т., Витулёва Е.С., Матрасулова Д.К., Сулейменов И.Э.** Искусственный интеллект, учение о ноосфере и... путь к бессмертию. – Алматы: ТОО «Полиграфкомбинат», 2019.

15 **Кузина Н.В.** Психика и информационная безопасность в условиях пандемии: последствия для личности и государства // Galactica Media: Journal of Media Studies. – 2021. – №1. – С.146-189.

References

1 **Fil' M.** Social'nye seti. Novye tehnologii upravlenija mirom [Social networks. New technologies for managing the world]. Litres, 2020.

2 **Dobrinskaja D. E.** Sociologicheskoe osmyslenie Interneta: teoreticheskie podhody k issledovaniju seti (okonchanie) [Sociological understanding of the Internet: theoretical approaches to network research (end)]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 18. Sociologija i politologija [Series 18. Sociology and Political Science]. – 2016. – Vol. 22. – No. 4.

3 **Bershadskaya L. A., Bikkulov A. S., Bolgova, E. V., Chugunov A.V., Yakushev A.V.** Social'nye seti i sociometricheskie issledovaniya: teoreticheskie osnovaniya i praktika ispol'zovaniya avtomatizirovannogo instrumentarija izuchenija virtual'nyh soobshhestv [Social networks and sociometric research: theoretical foundations and practice of using automated tools for studying virtual communities] Informacionnye resursy Rossii [Information Resources of Russia]. – 2012. – No. 4. – P. 19-24.

4 **Zheltukhina M. R., Pavlov P. V.** Social'naja set' «Facebook» v XXI veke: ot instrumenta kommunikacii k instrumentu informacionnoj vojny [Social network “Facebook” in the XXI century: from a communication tool to an information

war tool]. Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki [Questions of theory and practice]. – 2016. – №. 7-3 (61).

5 **Akopov G. L.** Fenomen informacionnyh vojn v seti «Internet» i ego vozdejstvie na sovremennuju politiku [The phenomenon of information wars in the Internet and its impact on modern politics] Gosudarstvennoe i municipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski [State and municipal administration. Scientific notes]. – 2011. – №. 1

6 **Frolov N. V.** Social'nye seti kak instrument vedenija informacionnyh vojn [Social networks as a tool for conducting information wars] Sociodinamika [Sociodynamics]. – 2018. – № 8.

7 **Suleimenov I. E., Gabrielyan O. A., Pak I. T., Bakirov A. S., Irmukhametova G. S., Mun G. A.** Informacionnye vojny 21-go veka: stremitel'naja transformacija [Information wars of the 21st century: rapid transformation] Almaty-Simferopol : PrintExpress LLP Publishing House, 2017. – 234 p.

8 **Lee, M. K., Lim, S., Song, J. A., Kim, M. E., & Hur, M. H.** The effects of aromatherapy essential oil inhalation on stress, sleep quality and immunity in healthy adults: Randomized controlled trial. European Journal of Integrative Medicine, 12, 2017. – P. 79-86.

9 **Ahmady, S., Rezaei, M., & Khatony, A.** Comparing effects of aromatherapy with lavender essential oil and orange essential oil on fatigue of hemodialysis patients: A randomized trial. Complementary therapies in clinical practice, 36, 2019. – P. 64-68.

10 **Reis, D., & Jones, T.** Aromatherapy: Using Essential Oils as a Supportive Therapy. Clinical journal of oncology nursing, 21(1), 2017. – P. 16-19.

11 **Suleimenov, I. E., Kabdushev, S. B., Kadyrzhan, K., Shaltikova, D. B., & Moldakhan, I.** New Technologies for Measuring Viscosity: Using Mobile Applications. In Proceedings of the 2020 6th International Conference on Computer and Technology Applications. 2020, April. – P. 129-133.

12 **Konshin S. V., Vituleva E. S., Suleimenov I. E.** Kommunikacii v obshhestve: vzgljad s pozicij teorii nejronnyh setej [Communications in society: a view from the standpoint of the theory of neural networks] Bulletin of the Faculty of Humanities in M. A. Bonch-Bruevich SPbGUT. – 2019. – No. 11. – P. 38-44.

13 **Suleimenov I. E. Vituleva E. S., Konshin S. V.** Kod i znakovye sistemy s tochki zrenija dialektiki informacii [Code and sign systems from the point of view of dialectics information] Bulletin of the Faculty of Humanities in M. A. Bonch-Bruevich SPbGUT. – 2019. – No. 11. – P. 99-104.

14 **Kalimoldaev M.N., Moon G.A., Pak I.T., Vituleva E.S., Matrasulova D.K., Suleimenov I. E.** Iskusstvennyj intellekt, uchenie o noosfere i... put' k bessmertiju [Artificial intelligence, the doctrine of the noosphere and ... the path to immortality] Almaty : Poligrafkombinat, 2019.

15 Kuzina N.V. Psihika i informacionnaja bezopasnost' v uslovijah pandemii: posledstvija dlja lichnosti i gosudarstva [Psychology and information security in the context of a pandemic: consequences for the individual and the state]. Galactica Media : Journal of Media Studies. – 2021. – No. 1. – P. 146-189.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*И. Э. Сулейменов¹, Ш. Б. Кабдушев², К. Кадыржан³,
Р. Исаков⁴, Э. Е. Копиев⁵

¹В. И. Вернадский атындағы Қырым федералды университеті, Ресей Федерациясы, Қырым Республикасы;

^{2,3}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

⁴Ғұмарбек Дәүкөев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

⁵Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

АРОМАТЕРАПИЯ ӨНІМДЕРІН ӘЗІРЛЕУ МЕН ҚОЛДАНУФА АРНАЛҒАН КЕШЕНДІ ТӘСІЛДІ НЕГІЗДЕУ

Ароматерапия өнімдері мен тұрмыстық хоши істенедірғіштерді іске асырудың жаңа тәсілі ұсынылады. Тәсілдің айрықшаша ерекшелігі - тұздалған осімдік материалдарын қолдану. Қолдануышының смартфонына орнатылған мобиЛЬДІ қосымшасың көмегімен қашықтықтан басқарылатын хоши істенедірғіш дизайнны жасалды. Ұсынылып отырган тәсіл осімдік материалдарын сатып алуға да, хоши істенедірғіштерді шыгаруға да шығындарды айтарлықтай томендетуге мүмкіндік береді. Осы типтегі хоши істенедірғіштерді кеңінен енгізу, телемедициналық диагностика құралдарымен бірге, қогамда болып жатқан процестер туралы ақпаратты автоматтасты түрде жинауға арналған жүйеге негіз бола алады және өлеуметтік желілер ішерінің билігіндеңі ақпаратты жинау құралдарының көбісін алмастыра алады.

Кілтті сөздер: ароматерапия, телемедицина, ақпараттық соғыс, қогамның диагностикасы, мобиЛЬДІ қосымша, өлеуметтік желі, тұрмыстық хоши істенедірғіштер.

*I. E. Suleimenov¹, Sh. B. Kabdushev², K. Kadyrzhhan³, R. Iskakov⁴, E. E. Kopishev⁵

¹V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Russian Federation, Republic of Crimea;

^{2,3}al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, Almaty;

⁴Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named Gumarbek Daukeyev, Republic of Kazakhstan, Almaty;

⁵L. N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

Material received on 12.06.21.

JUSTIFICATION OF AN INTEGRATED APPROACH TO THE DEVELOPMENT AND USE OF AROMATHERAPY PRODUCTS

A new approach to the implementation of aromatherapy agents and household fragrances is proposed, a distinctive feature of which is the use of salted plant materials. The design of a fragrance controlled remotely using a mobile application installed on the user's smartphone has been developed. The proposed approach makes it possible to significantly reduce the costs of both the procurement of plant materials and the production of flavorings. It is shown that the widespread introduction of flavors of this type, coupled with the means of telemedicine diagnostics, can become the basis for systems for the automated collection of information about the processes occurring in society, largely replacing those tools that are based on information at the disposal of the owners of social online networks.

Keywords: aromatherapy, telemedicine, information warfare, diagnostics of society, mobile application, social online networks, household fragrances.

***М. А. Сулейменов, У. С. Дюсекенова, А. Байкен**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ МАЗУТОВ НА КОМПОЗИТАХ ИЗ КАЗАХСТАНСКИХ ПРИРОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

В настоящей работе рассматриваются вопросы углубленной переработки нефти с целью получения максимального выхода моторных топлив высокого качества и сырья для нефтехимического синтеза.

В качестве сырья крекинга использовали мазуты товарный и марки М-100.

В работе рассматриваются вопросы крекинга мазута марки М-100 на активированном тайжузгенском цеолите, нарынкольской глине и их композитах. Показано, что из исследованных катализаторов самым активным является тайжузгенский цеолит.

Ключевые слова: нефть, мазут, катализатор, крекинг, фракционный состав, углеводороды, газойль, цеолит.

Введение

Основной тенденцией в развитии мировой нефтеперерабатывающей промышленности является внедрение новых технологий, позволяющих максимально использовать углеводородное сырье для производства высококачественных целевых продуктов. В настоящее время одной из важнейших задач является утилизация отходов нефтепереработки путем каталитической конверсии как нефтезаводских газов, так и тяжелых остатков процессов первичной и вторичной переработки нефти и нефтепродуктов.

Главной задачей углубления переработки нефти является использование в качестве сырья каталитического крекинга остаточных высококипящих фракций. При повышении температуры конца кипения вакуумных дистиллятов снижается расход нефти, а при переходе на мазут, кроме того, сокращаются капитальные и эксплуатационные затраты за счет исключения вакуумной перегонки мазута. Коксемость мазута в 30 раз больше, чем у вакуумного газойля, а содержание металлов и расход катализатора в процессе крекинга выше соответственно в 340 и 14 раз, несмотря на меньшую степень

превращения. Большой расход катализатора делает процесс нерентабельным. Поэтому разработка дешевых и доступных катализаторов крекинга нефтяных остатков – одна из актуальных задач создания эффективной технологии данного процесса.

Материалы и методы

Активность композитов из казахстанских природных цеолитов и глин была исследована в процессе крекинга мазутов различных марок: товарного, М-100, Шымкентского завода ПетроКазахстан (ШЗПК) и Павлодарского нефтехимического завода (ПНХЗ). Данные по фракционному составу и содержанию серы в этих мазутах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав (I) и концентрация серы (II) в исследованных нефтях, мазутах и их фракциях

Фракционный состав	Концентрация, мас.%							
	в мазуте ШЗПК		в мазуте М-100		в товарном мазуте		в мазуте ПНХЗ	
	углеводородов фракции	серы						
исходный мазут	100,0	0,5	100,0	0,7	100,0	2,1	100,0	2,7
бензин	0,6	-	0,3	-	0,5	-	0,3	-
легкий газойль	25,3	0,2	41,1	0,4	15,0	-	40,9	-
вакуумный газойль	35,9	0,6	18,4	1,3	44,8	-	23,1	-
тяжелый остаток	37,7	0,5	39,3	0,7	39,7	-	34,8	-
потери	0,5	-	0,9	-	0	-	0,9	-

Из таблицы 1 видно, что мазут ШЗПК и марки М-100 относятся к сернистым, а мазуты товарный и ПНХЗ являются высокосернистыми. Несмотря на то, что исходные нефти предварительно подвергались отгонке светлых фракций, в полученных после нее мазутах имеются остаточные количества бензина и керосино-газойлевой фракции. По содержанию остаточного легкого газойля они располагаются в ряд: мазут товарный < мазут ШЗПК < мазут ПНХЗ ≤ мазут М-100. Различие в углеводородном составе и содержании серы должно влиять на закономерности каталитического крекинга вышеперечисленных мазутов. В следующем разделе приведены результаты, полученные при крекинге малосернистых мазутов.

Результаты и обсуждение: Каталитический крекинг малосернистых мазутов. Как показывает ИК-спектральный анализ мазута ШЗПК (рисунок 1, кривая 1), в его состав входят парафиновые углеводороды нормального строения. Полосы поглощения в области 2920 и 2840 cm^{-1} указывают на валентные колебания CH -связи, а в области 1450-1360 cm^{-1} – относятся к δCH -

связи; п.п. при 700 cm^{-1} вызвана колебаниями связи в углеводородной цепочке $(CH_2)_n$ – групп. Слабые полосы при 3030 и 1590 cm^{-1} указывают на наличие в мазуте незначительного количества олефиновых углеводородов. По-видимому, они образовались в процессе получения мазута при термической разгонке исходной нефти.

Состав всех исследованных фракций идентичен составу исходного мазута, однако интенсивность полос, соответствующих колебаниям двойной $>C=C<$ связи, немного увеличивается. Как видно из рисунка 1, в ИК-спектрах легкого и вакуумного (кривые 2 и 3) дистиллятов наблюдаются п.п. $nC=C$ и $dC=C$, соответственно при 1640 и 900 cm^{-1} . Усиление интенсивности п.п. и появление новой в области 900 cm^{-1} в спектрах, снятых для легкого и вакуумного газойлей, обусловлено дополнительным образованием олефиновых углеводородов за счет дегидрирования парафиновых при повторной термической обработке в ходе фракционной разгонки мазута.

По данным ИК-спектрального анализа фракций мазута М-100 (рисунок 9) в их состав, наряду с алканами нормального строения, в отличие от мазута ШЗПК, входит значительное количество олефиновых и ароматических углеводородов. О наличии олефинов свидетельствуют сильные п.п. при 3080 - 3050 cm^{-1} в спектрах бензина и двух фракций легкого газойля (кривые 1-3), а также полоса средней интенсивности для тяжелого газойля (кривая 4). Кроме того, о снижении концентрации олефинов с повышением температурного интервала выкипания фракций свидетельствует уменьшение интенсивности п.п. при 1640 и 900 cm^{-1} . Ароматические углеводороды также концентрируются в легких фракциях, т.к. интенсивность п.п. при 1700 и 1600 - 1580 cm^{-1} уменьшается при переходе от бензина к легкому газойлю (185 - 340°C), а в спектрах для фракции 340°C .

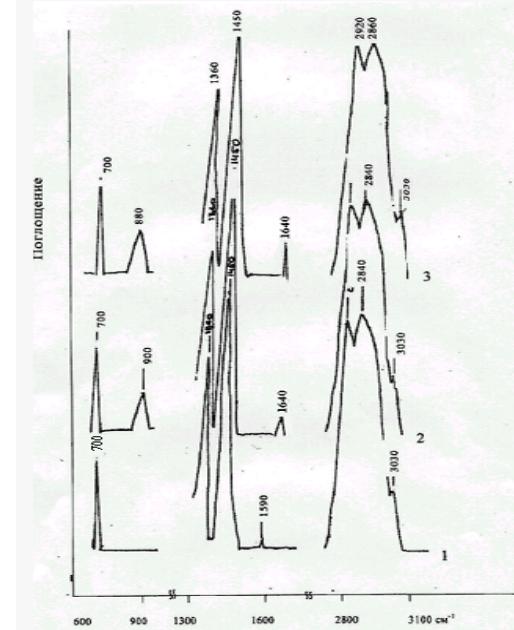


Рисунок 1 – ИК-спектры мазута ШЗПК и его фракций

Обозначение кривых: исходный мазут (1); легкий газоль (2); тяжелый остаток (3).

350°C и тяжелого газойля п.п. при 1700 и 1620 cm^{-1} нет. Основную массу во всех фракциях составляют алифатические углеводороды с характерными для деформационных колебаний этих молекул п.п. при 1480 - 1380 и 980 - 700 cm^{-1} . Таким образом, углеводородный состав мазута М-100 существенно отличается от состава мазута ШЗПК.

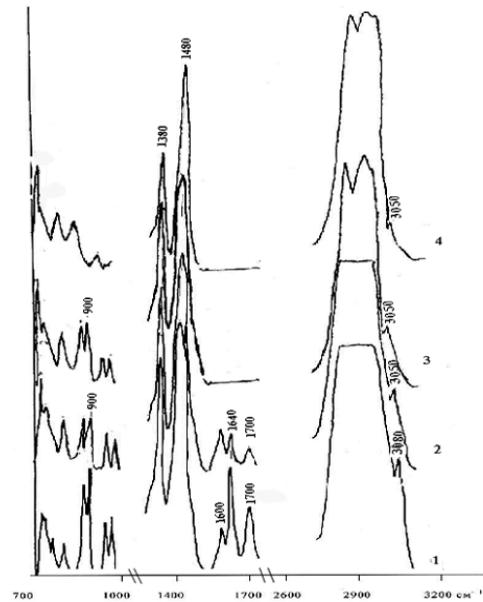


Рисунок 2 – ИК-спектры фракций мазута М-100

Обозначения кривых: бензин (1); легкий газойль (185-340°C) (2); легкий газойль (340-350°C) (3); вакуумный газойль (4).

Мазут марки М-100 подвергался крекингу на активированном тайжузгенском цеолите, нарынкольской глине и их композитах в инертной среде и в присутствии в реакторе добавок воздуха (таблица 2).

Таблица 2 – Выход продуктов крекинга мазута М-100 в 0,2 %-ных суспензиях цеолитсодержащих композитов ($w_{\text{сusp.}} = 1,0 \text{ час}^{-1}$, $T = 470^\circ\text{C}$)

Содержание цеолита в композите, мас.%	Выход продуктов крекинга, мас. %						Итого	
	газ	бензин	Легкий газойль 185-340°C	легкий газойль 340-350°C	общее количество легкого газоилия	тяжелый остаток		
В инертной атмосфере								
0	2,0	1,7	14,8	11,4	26,2	71,0	0	100,9
5	1,6	1,8	30,4	19,6	50,0	46,8	0	100,2
10	1,1	1,2	37,8	16,0	53,8	42,8	1,1	100,0

14	1,4	0,9	51,6	19,8	71,4	27,1	0	100,8
20	0,9	0,8	32,3	11,1	43,4	55,2	0	100,3
50	1,3	0,9	28,7	8,8	37,5	59,9	0,4	100,0
80	0,9	0,9	25,2	5,3	30,5	67,6	0,1	100,0
100	0,8	0,8	20,3	3,1	23,4	73,9	1,1	100,0
При подаче воздуха ($w = 0,15 \text{ час}^{-1}$)								
0	2,8	2,0	21,7	12,2	33,9	62,2	0	100,9
5	1,9	1,2	32,6	16,2	48,8	48,4	0	100,3
10	0,9	0,9	47,6	13,3	60,9	37,5	0	100,2
13	1,2	1,1	48,4	28,8	77,2	20,3	0,2	100,0
14	0,8	1,1	52,5	33,2	85,7	11,9	0,5	100,0
15	1,1	1,1	46,2	21,6	67,8	29,9	0,1	100,0
20	1,3	1,3	37,9	16,2	54,1	42,7	0,6	100,0
50	1,3	1,1	33,7	9,9	43,6	53,5	0,5	100,0
80	1,4	1,0	28,6	7,9	36,5	60,8	0,3	100,0
100	1,1	0,9	26,1	5,9	32,0	65,6	0,4	100,0

Оптимальным по выходу легкого газоиля при крекинге, как в инертной среде, так и в присутствии микроколичеств воздуха является композит, содержащий 14 мас.% тайжузгенского цеолита, активированного ионным обменом в растворе хлоридов аммония и лантана. Следует отметить, что композит данного состава проявлял максимальную активность также при окислительном крекинге вакуумного дистиллята жетыбайской нефти. Для всех катализаторов, независимо от их состава, введение в реакционную зону добавок воздуха увеличивает выход светлых продуктов. Это свидетельствует об инициировании процесса крекинга содержащимся в воздухе кислородом.

Для выяснения влияния соотношения компонентов в катализаторах на их активность были определены химический (таблица 3) и фазовый (таблица 4) составы исходных активированного цеолита, глины и их композитов, сняты дериватограммы (таблица 3) и ИК-спектры (рисунки 1-2) всех исследованных образцов.

Таблица 3 – Химический состав катализаторов по данным рентгеноспектрального флуоресцентного анализа

Химический состав	Нарынкольская глина	14 %-ный цеолитсодержащий композит	20 %-ный цеолитсодержащий композит	Активированный тайжузгенский цеолит
SiO_2	37,95	39,98	47,28	68,02
CaO	20,45	19,79	15,14	1,94
Al_2O_3	8,49	9,97	11,51	14,28

MgO	6,10	6,27	4,61	1,41
Fe ₂ O ₃	4,07	3,77	4,01	1,76
K ₂ O	1,91	2,29	3,16	4,47
Na ₂ O	1,10	<0,50	0,55	1,08
TiO ₂	0,44	0,23	0,45	0,29
P ₂ O ₅	0,11	0,13	0,11	0,03
MnO	0,09	0,15	0,11	0,06
потери при прокаливании	19,47	17,43	13,52	7,04
La	0	0,20	0,20	0,24
итого	100,18	100,31	100,65	100,62

Выводы

Как видно из таблицы 3, соотношение SiO_2 / Al_2O_3 в тайжузгенском цеолите равно ≈ 5 , а в 14 и 20 %-ных композитах ≈ 4 . В целом соотношение оксидов в катализаторах изменяется пропорционально их концентрации в исходных компонентах и доле этих компонентов в исследованных композитах. Результаты анализов образцов (таблицы 1-3) хорошо совпадают между собой по основным соединениям, содержащимся в природных компонентах и композитных катализаторах.

Список использованных источников

1 Камъянов В.Ф., Горбунова Л.В., Шаботкин И.Г. Основные закономерности в составе и строении высокомолекулярных компонентов тяжелых нефтей и битумов // Нефтехимия. –1996.- Т. 36, №1.- С. 3-9.

2 Жубанов К.А., Ибрашева Р.Х., Турэмуратова Г.Т., Гаджиев Р.А. Влияние условий процесса на маршрут каталитического крекинга вакуумных дистиллятов Жетыбайской нефти // Изв. МН и ВО РК, НАН РК. - 1999. - №3.- С. 92-96.

3 Хаджиева С.Н. Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах.- М., 1982.- 280 с.

4 Akimoto M., Ichikawa K., Echigoya E. Kinetic and adsorption studies on vapor-phase catalytic oxidation of olefine over silver. J.Catal. - 1982.- 76, No.2, p.333-334.

5 Katada Naonobu, Kageyama Yasuyoshi, Niwa Miki. Acidic property of Y- and mordenitetype zeolites with high aluminium concentration under dry conditions // J. Phys. Chem.- 2000.- Vol. 104, № 31.- P. 7561-7564.

References

1 Kamyanov V. F., Gorbunova L. V., Shabotkin I.G. Osnovnye zakonomernosti v sostave i stroenii vysokomolekulyarnyh komponentov tyazhelyh neftej i bitumov [Basic regularities in the composition and structure of high-molecular components of heavy oils and bitumens] [Text] // Neftekhimiya. –1996.- T. 36, №1.- S. 3-9.

2 Zhubanov K.A., Ibrasheva R.H., Turemuratova G.T., Gadzhiev R.A. Vliyanie uslovij processa na marshrut kataliticheskogo krekinga vakuumnyh distillyatov Zhetybajskoj nefti [Influence of process conditions on the route of catalytic cracking of vacuum distillates of Zhetybai oil] [Text] // Izv. MN i VO RK, NAN RK.- 1999.- №3.- S. 92-96.

3 Hadzhiева S.N. Kreking neftyanyh frakcij na ceolitsoderzhashchih katalizatorah [Cracking of petroleum fractions on zeolite-containing catalysts] [Text]- M., 1982.- 280 s.

4 Akimoto M., Ichikawa K., Echigoya E. Kinetic and adsorption studies on vapor-phase catalytic oxidation of olefine over silver. J.Catal. - 1982.- 76, No.2, p.333-334.

5 Katada Naonobu, Kageyama Yasuyoshi, Niwa Miki. Acidic property of Y- and mordenitetype zeolites with high aluminium concentration under dry conditions // J. Phys. Chem.- 2000.- Vol. 104, № 31.- P. 7561-7564.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*M. A. Сулейменов, У. С. Дюсекенова, А. Байкен

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;
Материал 05.04.21 баспаға түсти.

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ТАБИҒИ АЛЮМОСЛИКАТТАРДАН ЖАСАЛАҒАН КОМПОЗИТТЕРДЕГІ МАЗУТТАРДЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГІ

Бұл жұмыста жоғары сапалы мотор отындары мен мұнайдын химия синтезі үшін шикізаттың максималды шығымын алу үшін мұнайды терең оңдеу мәселелері қарастырылады.

Крекинг шикізаты ретінде тауарлық мазуттар мен M-100 маркалары пайдаланылады.

Жұмыста белсендірліген Тайжузген цеолитіне, Нарынқол сазына және олардың композиттеріне M-100 маркалы мазутты крекинг мәселелері қарастырылады.

Зерттелген катализаторлардың ішіндегі ең белсендісі тайжусзен цеолиті екендігі көрсетілген.

Кілттің сөздері: мұнай, мазут, катализатор, крекинг, фракциялық құрамы, комірсүтектер, газойль, цеолит.

*M. A. Suleimenov, U. S. Dyussekenova, A. Baiken

Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

Material received on 05.04.21.

CATALYTIC CRACKING OF FUEL OIL ON COMPOSITES FROM KAZAKHSTAN NATURAL ALUMINOSILICATES

This paper deals with the issues of in-depth oil refining in order to obtain the maximum yield of high-quality motor fuels and raw materials for petrochemical synthesis.

Commercial fuel oil and M-100 grade fuel oil were used as cracking raw materials.

The paper deals with the issues of cracking of M-100 fuel oil on activated Taizhuzgen zeolite, Narynkol clay and their composites. It is shown that Taizhuzgen zeolite is the most active of the studied catalysts.

Keywords: crude oil, fuel oil, catalyst, cracking, fractional composition, hydrocarbons, gas oil, zeolite.

<https://doi.org/10.48081/DJLA4644>

***Ж. А. Тулебаева, Д. А. Азаматова,
Г. А. Айтмагамбетова, А. С. Барукин**

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ҚАТТЫ ОТЫНДЫ ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ ТАЗАЛАУДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, КӨРИК ГАЗДАНДЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Бұл мақалада жақын болашақта коммерциялық пайдалануға қол жеткізе алғатын жылу мен электр энергиясының жаңа комір ондірістік технологияларын енгізу мүмкіндігі қарастырылады, БГҚ, комірді циклішілік газдандыру бар (ЦГ) ең жоғары экологиялық және экономикалық әлеуеттің болуымен ерекшеленеді (перспективада ПӘК 56%-ға дейін). Батыс елдерінде бұл бағыт үлкен құралдармен, ірі демонстрациялық блоктарды құрумен инвестицияланады, алайда коммерциялық таралудың шектелуі жабдықтың жоғары үлестік құнына байланысты, бұл газдандыру үшін қымбат криогенді оттегі ондірісімен тікелей байланысты. Осы саладагы зерттеулер синтез-газды жоғары температуралы тазартумен үйлестіре отырып, ауа үрлеуі арқылы комірді газдандыруды тиімді ігерудің арқасында осы кемешілікті жеңіуге мүмкіндік береді.

Кілттің сөздер: бу-газ қондырғылары, отын, газ компоненттері, газдандыру, комір технологиясы

Kіріспе

Көптеген өнеркәсіптік кәсіпорындарда ЖЭС жабдықтарының пайдалану мерзімін өндіру және 70%-дан астам ескіруі тіркелген. Оны жаппай ауыстыру және жылу мен электр энергиясын өндіруді жаңа заманауи технологиялармен қамтамасыз ету туралы ойлану қажет. Осы мақсаттар үшін көмір технологияларын пайдалану перспективалы болып табылады.

Материалдар мен әдістер

Егер жақын болашақта нақты коммерциялық таралуы бар жаңа комір технологияларымен танысады болсақ, онда оларда газдандырылған көмірде жұмыс істейтін аралас бу-газ цикліне жататын қондырғылар ең жоғары

экономикалық және экологиялық алеуетке ие. Бүгінгі таңда Ресейде табиғи газды қолдана отырып, бу-газ қондырғыларын дамыту және белсенді тарату туралы айтуға болады. Олар үшін көмірді қолданудың тиімділігі механикалық қоспалармен бір мезгілде зиянды газ компоненттерінен (ЦГ) генераторлық газды тазартумен бірге қатты отынды циклішлік газдандыруды жүзеге асыратын құрылатын жүйелерге сәйкес келеді. Сондай-ақ әртүрлі құрделілік дәрежесі бар газ турбиналарын, әсіреке оларға орнатылған жану камераларын қайта жаңарту талап етіледі.

Көмір БГҚ құру саласына, мысалы, шетелде көп қаражат жүмсалады, көптеген кәсіпорындар қуаттылығы 100-300 МВт болатын демонстрациялық қондырғылармен жабдықталған, оларда негізінен көмір шаңын бу-оттекті газдандыру және генератор газын дымқыл тазарту қолданылады. Циклішлік газдандырылған бұл БГҚ-да ПӘК 44 %-дан аспайды, бірақ перспективалык жоғары температуралы газ турбиналарын пайдалану кезінде пәк 50 %-дан асуы мүмкін. Бу қондырғыларында мұндай экологиялық көрсеткіштерге қол жеткізу мүмкін емес. Бұл бағыт әлі де айқын коммерциялық жетістікпен ерекшеленбейді, бұл жоғары нақты капиталды шығындар мен құрылған құрделі жүйелердің қымбат криогенді оттегі өндірісіне дайындығының төмендеуіне байланысты.

Егер өнеркәсіпті жаңа арзан және ықшам тәсілдермен қамтамасыз етсеңіз, БГҚ үшін оттегі өндірісінде коммерциялық жетістікке жетуге болады. Сондықтан көмірді бу-оттекті газдандыруды жүзеге асыратын бу-газ қондырғыларын әзірлеуде үлкен тәжірибе жинақтаған Батыс елдері, әсіреке Жапония мен АҚШ, газ генераторларында қолданылатын бу-аяу үрлеуімен шартты түрде «Женілдетілген» технологияларды әзірлеуді және игеруді жүзеге асырумен айналысады [1].

1980 жылдары басталған дамудың бастапқы бағыты, мүмкін болса, көмірді бу-аяны газдандыру кезінде қарапайым схемалар мен құрылымдың шешімдерге байланысты болды. Технологиямен және жабдықпен байланысты пысықтау, негізінен, құрамында газдандыруды және газ тазартуды жүзеге асыратын нақты жүйенің барлық элементтері бар кешенді тәжірибелік қондырғы, сондай-ақ синтез-газдың газ турбиналы жану камерасы арқылы жүзеге асырылды. Сынақ жүргізу үшін қоңыр және тас көмір, антрацит, агломерацияланған АШ, мұнай коксы және кокс-графит қалдықтары пайдаланылды. Іске асырылған дамуды жариялау кейір әдеби көздерде жүргізілді, [2-5] және оны қорғау өнертабыстармен және пайдалы модельдермен байланысты бірнеше патенттермен жүзеге асырылды [5].

Нәтижелер және талқылау

Жүйенің жеке элементтеріне байланысты шешімдер келесідей қабылданды.

1. Өрекет ету принципіне сәйкес сұйық қожды кетірумен қолданылған көрік газ генераторында домен пешіне ұқсастық бар. Көмір шаңымен бірге қабаттагы бөлшектік отынды ағынды газдандыру жүзеге асырылады, оны үрлеумен бірге фурм арқылы реакторға беруге болады. Жану ядроның температурасы жоғарылауы $1750-1900^{\circ}\text{C}$ дейін жүреді, бұл жану аймағына қарағанда қалпына келтіру реакцияларының мәжбүрлі кинетикасын қамтамасыз етуге көмектеседі. Реактордан шығатын синтез-газдың температурасы – $780-880^{\circ}\text{C}$ -қа жетеді, қарсы процесс аясында отынның термиялық ыдырауымен байланысты процедура оттегісіз өтеді, сондықтан генераторлық газды байыттын ыдыраудың жылу құнды үшпа компоненттерінің сақталуы қамтамасыз етіледі. Бұл ерекшеліктер байытылмаған үрлеуде генераторлық газдың жеткілікті сапасын қамтамасыз етуге ықпал етеді ($\text{Qri} = 4590-5040 \text{ кДж}/\text{м}^3$). Зерттеу нәтижелері бойынша, жоғары температуралы газ турбиналарының пышақтары аймағында жану өнімдерінің қажетті температурасын қамтамасыз ете отырып, режимдік жағдайлардың кең өзгеруімен оның тұракты жануы жүреді деген қорытынды жасалады. Ауа үрлеуінде отынның төмен реакциялық түрлерін газдандыру кезінде газ генераторының жарамдылығы тіркелген. Оның алғашқы дамуы антрацитті газдандыру үшін жүзеге асырылды.

Энергетикалық қолдануға сәйкес келетін көрік газ генераторы келесі қасиеттерге ие:

- синтез-газды байыту кезінде отынның үшпа компоненттерін пайдалану және су буының ыдырауының жоғары деңгейі арқасында генераторлық газдың жоғары сапасы (80-90 %);

- газ генераторын жағудың қарапайымдылығы мен ұтқырлығы (ыстық үрлеумен);

- синтез-газ құрамының газ генераторының жүктемесімен әлсіз байланысы және үрлеуде тұтынылатын ауының өзгеруі кезінде соңғысының реттеу қарапайымдылығы; газдандырумен байланысты бу шығынының аздаған өзгерістері арқылы реактордан кейінгі температуралы да женіл реттеу.

2. Алғаш рет құрамында шайырлар буы бар синтез-газды конденсация температурасынан асатын температурада эксперименталды түрде құрғақ ыстық тазарту туралы ұсыныс тұсті. Мұндай тазарту механикалық қоспалармен де, зиянды газ қосындылармен де (қажет болған жағдайда) жүзеге асырылады. Бұл жағдайда шайыр буы синтез газының құрамында сақталады және онымен бір уақытта жағылады. Жалпы жағдайда генераторлық газ трактіндегі синтез-газ температурасының мәні газ турбиналарының жұмысына теріс әсер ететін отыннан бөлінетін сілтілі компоненттердің сақталу қаупіне байланысты шайырлардың конденсациясын болдырмау үшін $P=2-2,5 \text{ МПа}$ кезінде кемінде 400°C болуы керек. Осындай тазартудың арқасында олар жүйенің тиімділігін

арттыруға қол жеткізеді, бұл БГҚ жоғарғы газ турбиналық циклі кезінде синтез-газдың физикалық жылуының едәуір бөлігін термодинамикалық тиімді пайдалануға, сондай-ақ ластанған ағынды суларды құрделі тазартуды жоюға байланысты жүйені жеңілдетуге байланысты.

3. SO_2 шығарындыларын түбегейлі төмендетуге және көмірді газдандырудың ұснылған жүйесімен БГҚ-да жоғары құқіртті отынды пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етуге байланысты міндеттерді шешу үшін генераторлық газды аппаратты құрғақ құқіртсіздендерді жүзеге асыру үшін арзан H_2S жұтқыштарын көң тәжірибелік іздеуді ұтымдастыру жүзеге асырылды.

Сорбенттер белсенділігінің болуы құрамында 0,4 % об дейін H_2S бар жоғары құқіртті мұнай коксын ($\text{Sdaf} = 3,6\%$) газдандыру өнімдерін тазартумен байланысты зерттеулердің көрnekі сипаттамасы болып табылады. Оларда қамтамасыз етілген құқіртсүтектің концентрациясының сорбенттер қабатындағы $140 - 210 \text{ mg/m}^3$ (н. ш. кезінде) $0,016 - 0,028 \text{ g/M}\dot{\text{J}}$ генераторлық газды жағу өнімдері бар құқірт диоксидінің шығарындыларына сойкестігін атап өтеміз. Бұл қатты отын үшін ең қатаң нормативтен аз тапсырыс.

4. Алғаш рет отандық зерттеушілер синтез-газды жағуға сәйкес келетін азот оксидтерінің шығарындыларын сандық бағалауға қол жеткізді. Жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша көрік газдандыру ресімі кезінде отынның аналық азотының 50 %-на дейін NH_3 газ синтезіне өтеді. Оны жағу кезінде тотығу жүреді, NO_x шығарындыларының жоғарылау көзіне айналады. Қоспа режимінде жағылатын генераторлық газ NO_x шығарындыларының $0,065 - 0,12 \text{ g/M}\dot{\text{J}}$ дейін төмендеуіне әкеледі, бұл қатты отын үшін ең қатаң нормативпен салыстырғанда аз. NO_x шығарындыларының одан әрі төмендеуіне және генераторлық газдағы NH_3 селективті ыдырауына байланысты мүмкіндікті тәжірибелік түрде дәлелдеуге болады.

5. Алғаш рет зерттеушілер генераторлық газ ортасында отандық болаттар мен қорытпалар ұсынған көң ассортименттің коррозияға төзімділігін зерттей алды. Хром мен никельдің X18H10T, Ди-59, 20X23H13, 20X20HC2 жоғары қосындылары бар аустениттік класстағы болаттардың реакция бетінің температурасы 873 K дейін синтез газындағы H_2S кез келген концентрациясында құқіртсүтекті коррозияға сезімталдығын атап өтеміз. 20X23H13 болат үшін бұл өсу әлдеқайда аз. 20X20H14C2 болат үшін коррозия жылдамдығының мүндай өсүнін көрінісі әлсіз: температура мәні 973 K жылына 1 мм-ге дейін.

Ст20, 12Х1МФ, 12ХМ көң тараған қазандық болаттарын пайдалану кезінде коррозия жылдамдығы мен қабырға температурасы, сондай-ақ H_2S концентрациясы арасында қатты байланыс анықталады, алайда уақыт өте келе пайда болған қорғаныс жабындары әсер етеді, бұл олардың коррозия жылдамдығының төмендеуіне әкеледі, әсіресе агрессивті оргада алғашқы 10-20 сағат ішінде күрт. Бұл болаттардың өндірістік жағдайдағы коррозиясының орташа жылдамдығын

анықтайтын параметрлерге сәйкес анықтайтын әдісті әзірлеу мүмкін болды: металл қабырғасының температурасы, H_2S көлемдік концентрациясы, ортақысымы. Қорғаныс жабындары бұзылған кезде, мысалы, эрозиялық тозуга байланысты, бұл болаттардың коррозия жылдамдығы жоғарылайды.

Жүргізілген зерттеулер мен әзірленген Әдістемеге сүйене отырып, сіз олардың жұмыс жағдайларына сәйкес газ генераторы мен газ тазарту жабдықтарына сәйкес болаттарды таңдай аласыз.

6. Көмірдің ірі кесектерін іріктең ұсақтау функциясы және ұсақ заттардың тузілуінің ең төменгі деңгейі бар көркіш газ генераторлары үшін отын дайындаудың ұтымды және үнемді жүйесін әзірлеу жүзеге асырылды.

Ұсақ түйіршікті көмірдегі тау-кен газ генераторының жұмысын қамтамасыз ету үшін алдымен қыын агломерацияланатын антрацитті түйреуіш үшін оны түйіршіктеу технологиясын жасау мүмкін болды, онда құрамында беттік-белсенді заттар бар әк пен қалдықтардың арзан аралас шоғыры, сонымен қатар бөлінген газ генераторының шайырында брикеттеу технологиясы колданылды. Екі технологияны сенімді пайдалану басқа көмірде де мүмкін.

Электр жетегінен жұмыс істейтін қолданыстағы ысырманың негізінде қож және отын қысымы кезінде газдандырылатын шлюз жапқышының конструкциясын әзірлеуді және синауды атап өтеміз.

7. Алынған эксперименттік материалға сәйкес тау кен газ генераторы үшін отынды газдандыруды есептеудің кешенді әдістемесі жасалды, оның ішінде реактордағы газдың пайда болуын есептеу, одан қатты фазаны алып тастау, қызыры беттері бар реактивті ортаның жылу алмасуы, сондай-ақ қождың ағу түрліктері үшін қажетті жағдайларды есептеу.

Осы технологияны қолданудың арқасында қуаттылығы 6-250 МВт болатын көмірді газдандырумен БГҚ мен ГТК-ЖЭО әртүрлі деңгейдегі бірнеше жобаларды әзірлеуге мүмкіндік туды. Ирі қондырығылардың есептік экономикалық және экологиялық көрсеткіштерінің мәні өзіндік құнның айттарлықтай төмендеуіне қол жеткізген кезде батыстық аналогтармен салыстырлады. Мұндай қондырығылардағы тиімділік газ турбиналық құрылыштың отандық деңгейіне жеткенде 42-44 %-ға жетеді, ал перспективалы ГТҚ пайдалану кезінде 52 %-ға дейін артады. Шаң шығарындылары $0,01 \text{ g/M}\dot{\text{J}}$, SO_2 жетеді, егер аппараттың құқіртсіздендеру темір марганец сорбенттерімен орнатылса – $0,016 - 0,028 \text{ g/M}\dot{\text{J}}$, $\text{NO}_x - 0,065 - 0,12 \text{ g/M}\dot{\text{J}}$. Егер тәжірибелерде синаудан NH_3 селективті ыдырауын генераторлық газда қолдансаныз, соңғысының төмендеуі шамамен екі есе болады. Технологияны енгізу бу-газ қондырығыларының өте карапайым схемасымен бірге жүзеге асырылады.

Сондай-ақ, көлденен байланыстармен жабдықталған ескірген ЖЭО-мен қондырма түрінде технологияны өте сәтті қолдануды атап өтеміз. БГҚ бу турбиналық бөлігін құру үшін ЖЭС қолданыстағы бу турбиналары

қолданылады. [4] -те көрсетілгендей, бұл жағдайда олар жұмыс ортасының пайдалы алмасуын және төмен потенциалды жылуды тиімді кәдеге жаратуды қамтамасыз ете отырып, жұмыс істеп тұрган ЖЭС жабдығымен БГҚ интеграциясын оңай жүзеге асыруға қол жеткізуде. Осындай қолданудың арқасында ұсынылған технологияның тиімділігіне ескірген жабдықтар кезінде ЖЭС жаңғыру арқылы қол жеткізіледі.

Көрітындылар

Технологияны өнеркәсіптік игеру процедуrasesы екі кезеңнен тұрады:

1. Көмірді көріпен газдандыруды және жаңа жабдықты өнеркәсіптік игерумен синтез-газды жоғары температурада тазартуды пайдалана отырып, ПМУ тәжірибелік-өнеркәсіптік үлгісін (куаты 20-25 МВт) жасау, игеру және сынау. Осындай үлгіні дайындау пилоттық сипаты мен қоры үшін жоғары шығындарды игерумен және ықтимал қайта құрылымды іс-шаралармен өте шығынды.

2. Көмірді циклішілік газдандырумен (куаты 200-300 МВт) энергия блоктары үшін біріздендірілген жабдық құру және игеру арқылы ескірген жабдықты көмір ЖЭС-іне жаппай ауыстыру жүзеге асырылады.

Бұгінгі таңда технологияны өнеркәсіптік енгізуге толық дайындау туралы айтуға болады.

Пайдаланған деректер тізімі

1 **Ольховский, Г.Г.** Парогазовые установки с газификацией угля. // Аналитический обзор, ВТИ, 2009г.

2 **Сучков, С. И., Бабий, В. И., Абросимов, А. А.** Экспериментальная разработка системы газификации твердого топлива для ПГУ // Теплоэнергетика. – 1998. – № 6. – С. 43–49.

3 Исследования системы газификации углей с высокотемпературной очисткой генераторного газа / Г. Г. Ольховский, С. И. Сучков, А. Н. Епихин и др. // Теплоэнергетика. – 2006. – №7. – С. 67–73.

4 Разработка отечественной ПГУ с внутрицикловой газификацией топлива / Г. Г. Ольховский, С. И. Сучков, А. Н. Епихин и др. // Теплоэнергетика. – № 2. – 2010. – С. 19–26.

5 **Сучков, С. И.** Разработка энергетической технологии газификации твердого топлива. Автореферат докторской диссертации. – М., ВТИ, 2011.

6 Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / под ред. А. Д. Ключникова. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 389 с.

7 Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / подред. А. П. Лисиенко. – Минск : Высш. шк., 1988. – 412 с.

8 **Тимошпольский, В. И.** Промышленные теплотехнологии : в 5 кн. / В. И. Тимошпольский, А. П. Несенчук, И. А. Трусова. – Минск : Выш. шк., 1998. – Кн. 3. – 422 с.

9 **Зобнин, Б. Ф.** Теплотехнические расчеты металлургических печей / Б. Ф. Зобнин, М. Д. Казяев, Б. И. Китаев. – М. : Металлургия, 2002. – 360 с.

10 **Василькова, С. Б.** Справочник. Расчет нагревательных и термических печей / С. Б. Василькова, М. М. Генкина, В. Л. Гусовский. – М. : Металлургия, 2003. – 480 с

References

1 **Olkhovsky, G. G.** Parogazovye ustanovki s gazifikacijey uglya [Combined-cycle gas installations with coal gasification]. Analiticheskij obzor [Analytical review]. – VTI. – 2009.

2 **Suchkov, S. I. Babiy, V. I., Abrosimov, A. A.** Eksperimental'naya razrabotka sistemy' gazifikacii tverdogo topliva dlya PGU [Experimental development of a solid fuel gasification system for CCGT] // Teploenergetika. – 1998. – №. 6. – P. 43–49.

3 Issledovaniya sistemy' gazifikacii uglej s vy'sokotemperaturnoj ochistkoj generatornogo gaza [Studies of the coal gasification system with high-temperature purification of generator gas]. G. G. Olkhovsky, S. I. Suchkov, A. N. Epikhin et al. – Teploenergetika. – 2006. – №. 7. – P. 67–73.

4 Razrabotka otechestvennoj PGU s vnutrichiklovoj gazifikacijey topliva [Development of domestic CCGT with intra-cycle gasification of fuel]. G. G. Olkhovsky, S. I. Suchkov, A. N. Epikhin et al. // Teploenergetika. – №. 2. – 2010. – P. 19–26.

5 **Suchkov, S. I.** Razrabotka energeticheskoy texnologii gazifikacii tverdogo topliva. Avtoreferat doktorskoj dissertacii. [Development of energy technology for gasification of solid fuel. Abstract of the doctoral dissertation]. – Moscow : VTI, 2011.

6 Vy'sokotemperaturny'e teplotekhnologicheskie processy i us-tanovki / pod red. A. D. Klyuchnikova [High-temperature heat-technological processes and installations / ed. by A. D. Klyuchnikov]. – Moscow : Energoatomizdat, 1989. – 389 p.

7 Vy'sokotemperaturny'e teplotekhnologicheskie processy i ustanovki / pod red. A. P. Lisienko [High-temperature heat-technological processes and installations / ed. by A. P. Lisienko]. – Minsk : Vysh. shk., 1988. – 412 p.

8 **Timoshpolsky, V. I.** Promyschlennye teplotekhnologii : v 5 kn. / V. I. Timoshpolsky, A. P. Nesenchuk, I. A. Trusova [Industrial heat technologies : in 5 books / V. I. Timoshpolsky, A. P. Nesenchuk, I. A. Trusova]. – Minsk : Vysh. shk., 1998. – Book 3. – 422 p.

9 Zobnin, B. F. Teplotexnicheskie raschety` metallurgicheskix pechej / B. F. Zobnin, M. D. Kazyaev, B. I. Kitaev [Heat engineering calculations of metallurgical furnaces / B. F. Zobnin, M. D. Kazyaev, B. I. Kitaev]. – Moscow : Metallurgia, 2002. –360 p.

10 Vasilkova, S. B. Spravochnik. Raschet nagrevatel'nyx i termicheskix pechej / S. B. Vasilkova, M. M. Genkina, V. L. Gusovsky [Handbook. Calculation of heating and thermal furnaces / S. B. Vasilkova, M. M. Genkina, V. L. Gusovsky]. – Moscow : Metallurgiya, 2003. – 480 p.

Материал 12.06.21 баспаға түсті.

*Ж. А. Түлебаева, Д. А. Азamatова,
Г. А. Айтмагамбетова, А. С. Барукин

Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОЧИСТКИ

В данной статье обсуждается возможность внедрения новых угольных технологий производства тепла и электроэнергии, которые доступны для коммерческого использования в ближайшем будущем, и ПГУ с внутрицикловой газификацией угля (ICG), характеризующиеся наиболее высоким экологическим и экономическим потенциалом (эффективность в перспективе до 56%). В западных странах в это направление вкладываются огромные средства, создаются крупные демонстрационные установки, но ограничение коммерческого распространения связано с высокой удельной стоимостью оборудования, что напрямую связано с дорогостоящим криогенным производством кислорода для газификации. Исследования в этой области позволяют преодолеть этот недостаток за счет эффективного освоения газификации угля воздушным дутьем в сочетании с высокотемпературной очисткой синтез-газа.

Ключевые слова: парогазовые установки, топливо, компоненты газа, газификация, угольные технологии.

*Zh. A. Tulebaeva, D. A. Azamatova,
G. A. Aitmagambetova, A. S. Barukin
Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 12.06.21.

SOLID FUEL COMBUSTION GASIFICATION TECHNOLOGY USING HIGH-TEMPERATURE PURIFICATION

This article discusses the possibility of introducing new coal-fired production technologies for heat and electricity, which are available for commercial use in the near future, and CCGT, which has in-cycle coal gasification (ICG), are characterized by the highest environmental and economic potential (efficiency in the future up to 56%). In Western countries, this direction is invested with huge funds, the creation of large demonstration units, but the restriction of commercial distribution is due to the high unit cost of equipment, which is directly related to the costly cryogenic production of oxygen for gasification. Research in this area makes it possible to overcome this disadvantage by effectively mastering the gasification of coal by air blast in combination with high-temperature synthesis gas purification.

Keywords: combined-cycle gas installations, fuel, gas components, gasification, coal technologies.

<https://doi.org/10.48081/XQWB7163>

***Д. М. Чыныбаева, Ю. А. Цыба, Ю. И. Шадхин**

Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика
және байланыс университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

MATLAB ОРТАСЫНДА ЖЕТЕКТІҢ АСИНХРОНДЫ ЖИЛІК – ТОК ЖҮЙЕСІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Мақалада бағдарламаланатын Matlab кешеніндегі векторлық басқарылатын жасырыксайтік-ток жүйесінің құрылымдық диаграммасы және қанықтыру байланысын алмастыратын құрылымдық сұлба көлтірілген. Жүйенің математикалық сипаттамасы символдық түрде беріледі және асинхронды жүйенің жиілік – ток орнықтылығын анықтау бағдарламасы беріледі. Жүйенің орнықтылығын анықтау бағдарламасы Matlab алгоритмдік тілінде ұсынылған. Бағдарламаны есептөу нәтижелері бойынша жүйенің беріліс функциясының сипаттамалық тәңдеуінің түбірлері және Matlab–Simulink ортасындағы асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығының отпелі графиге анықталды.

Кілтті сөздер: автоматты жүйе; жиілік-ток жүйесі; орнықтылық; векторлық басқару; асинхронды қозғалтқыш; құрылымдық сұлба; электр жетегі; кері байланыс; динамика тәңдеулөөр; динамикалық буындылар; беріліс функциясы; жылдамдықты реттеу контуры; отпелі процестер; ағынмен байланыстыру; релейлік элемент; болу буыны; сыйықты емес (кобейткіш) буын; шектеу буыны (қанықтыру); сыйықты емес тәңдеулөөр; сыйықтаныру; бағдарлама; алгоритмдік тіл; Matlab–Simulink ортасы.

Кіріспе

Техниканың дамуы, өндірістің интенсификациясы, еңбек өнімділігін арттыру қажеттілігі автоматты басқару саласында жұмыс істейтін ғалымдардың алдына басқарудың барған сайын күрделі міндеттерін шешуге қабілетті жоғары сапалы автоматты басқару жүйелерін (АБЖ) құру міндеттерін қойды. Алайда, әдетте, АБЖ көпшілік сыйықты емес, ейткені басқару объектісі мен басқару құрылғысының сыйықты емес элементтері болуы мүмкін, бұл осы жүйелерді

жобалау мен зерттеудің сапасына айтарлықтай әсер етеді. Бұл процестер жүйелерде сипатталған сыйықтық дифференциальды тәңдеулер болмауы мүмкін. Сыйықтық емес дифференциальды тәңдеулерді шешудің күрделілігі жүйеде байқалатын процестердің сипатын бағалауға мүмкіндік беретін бірқатар жынық әдістердің құру қажеттілігін тудырады. Бұл жағдайда нақты АБЖ сыйықтық емес сипаттамалары сыйықтық емес элементтің сипатына да, жүйелерді талдау әдісіне де байланысты кейбір идеалды жынық сыйықтық сипаттамаларға ауыстырылады. Алайда, талдаудың бұл әдістері және оларда қолданылатын математикалық аппарат күрделі автоматты жүйелерді зерттеудің өзекті міндеттерінің бірі болып табылатын АБЖ орнықтылығын анықтауда қажетті дәлдікті қамтамасыз етпейді [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Цифрлық технологияның дамуы қазіргі уақытта басқару жүйелерінің цифрлық ЭЕМ көмегімен құрылуына әкелді, онда қажетті басқару алгоритмдері бағдарламалық құралдармен құрылып, бұл технологияның процестерді басқару сапасын жақсарту үшін сыйықтық емес АБЖ жобалау және зерттеу міндеттерін жөнделдеді. Атап айтқанда, мұндай құралдарға MATLAB Simulink бағдарламаланатын кешені - блоктар кітапханасы мен басқару обьектісінің математикалық моделі негізінде динамикалық жүйелерді модельдеуге, талдауға және синтездеуге арналған кең мақсаттағы интерактивті құрал жатады [8, 9, 10].

Сондықтан, жоғарыда айттылғандарға сәйкес, вектормен басқарылатын сыйықтық емес асинхронды жүйенің жиілік – ток қозғалыс орнықтылығын зерттеу мәселеесін бағдарламаланатын Matlab кешенін колдана отырып отпағырай шешуге болады.

Материалдар мен әдістер

Динамикалық жүйе оның тепе-тәндігін бұзылу кезінде пайда болатын отпелі процесспен сипатталады; бұл басқару сигналдары, параметрлер, кедергілер және т.б. болуы мүмкін.

$x(t)$ отпелі процесі жүйенің қасиеттеріне де, бұзылу түріне де байланысты. Отпелі кезеңде әрқашан екі компонентті ажырату керек. Бірінші компонент – жүйенің бастапқы шарттары мен қасиеттерімен анықталған $x_e(t)$ жүйесінің еркін қозғалысы; екінші компонент – жүйенің бұзылу әсері мен қасиеттерімен анықталған $x_m(t)$ мәжбүрлі қозғалысы. Осылайша келесі түрде жазуға болады:

$$x(t) = x_e(t) + x_m(t). \quad (1)$$

Реттеу жүйесінің негізгі динамикалық сипаттамаларының бірі оның орнықтылығы (немесе орнықсыздығы) болып табылады. Реттеудің практикалық міндеттерін орындау үшін жүйе, ең алдымен, орнықты болуы

керек. Орнықтылық дегеніміз – бұл тепе-тәндікті бұзған бұзылууды жойғаннан кейін жүйенің орнықты тепе-тәндік күйіне оралу қасиеті. Орнықсыз жүйе қандай да бір себептермен шықкан тепе-тәндік күйіне оралмайды, бірақ одан үнемі алыстайды немесе оның жаңында үлкен тербелістер жасайды. Әлбетте, орнықсыз реттеу жүйелері жұмыс үшін қолданыла алмайды. Сондықтан, жүйе басқару, күйге келтіру немесе жүктемені өзгерту сигналына дұрыс жауап беруі үшін яғни, өтпелі кезеңде бос компонент уақыт өтеп келе нөлге үмтүлуге керек.

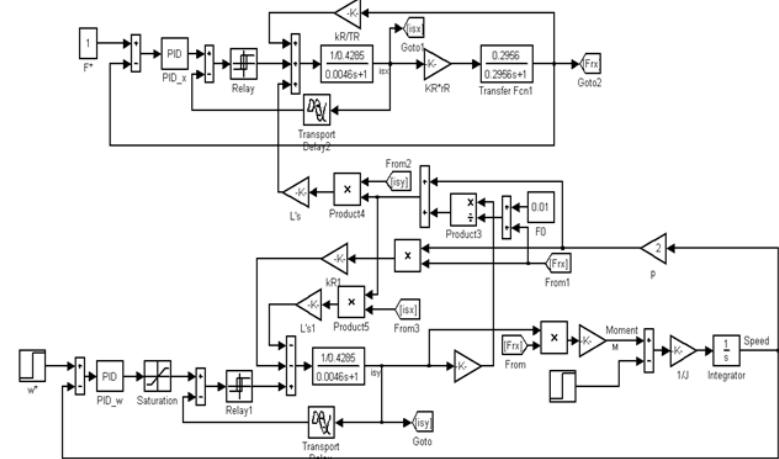
$$\lim_{t \rightarrow \infty} x_e(t) \rightarrow 0. \quad (2)$$

Демек, жүйенің еркін қозғалысының сипаты оның орнықтылығын немесе орнықсыздығын анықтайды. Шарт (2) орындалмаған жағдайда жүйе орнықсыз болып саналады [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8].

Электр жетегінің (АЖЖТ) сыйықты емес тұйық жиілік – ток асинхронды жүйесінің орнықтылығын анықтау мәселесін оны құру үшін блоктар кітапханасын қолдана отырып, виртуалды модельде MATLAB Simulink бағдарламаланатын кешенінің ортасында шешүуге болады. АЖЖТ өтпелі динамикасының талдауы мен синтезін жүргізе отырып, жүйенің орнықтылығы мен түзету құрылымдарын тандауга болады [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10].

Асинхронды қозғалтқыштың жылдамдығы мен ағымының өтпелі процестерін анықтау үшін Simulink ортасында бағдарламаланатын Matlab кешенін қолдана отырып, векторлық басқарылатын тұйықталған жиілік – ток асинхронды жүйесінің құрылымдық сұлбасы 1 суретте көрсетілген [1].

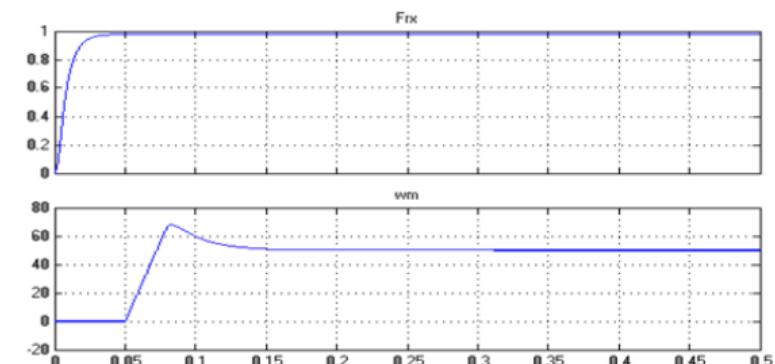
Бұл суретте мыналар көрсетілген: типтік динамикалық буындар, релелік және сыйықты емес (көбейткіш) буындар [2] және бөлү буыны (product 3). Сонымен қатар, шектеу (қанықтыру) түріндегі буынды қозғалтқыштың жылдамдығын реттеу контурына енгізілгенін атап етеміз.



Сурет 1 – Вектормен басқарылатын асинхронды жүйесінің жиілік – ток құрылымдық сұлбасы

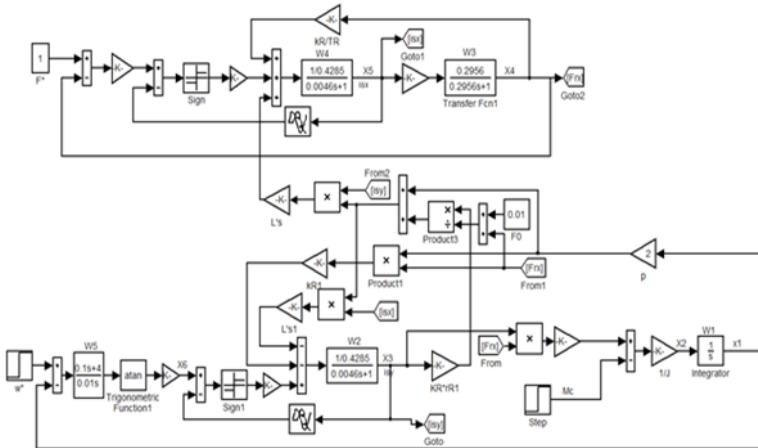
Жылдамдықтың өтпелі процестері және АЖЖТ ағымы 2 суретте көрсетілген.

Белгілі әдістермен [2,3] қозғалыс орнықтылығын анықтау өтеп қын. Matlab математикалық жүйесін қолдана отырып, АЖЖТ қозғалысының орнықтылығын анықтауды карастырамыз. Мәселені шешудің ыңғайлышы – АЖЖТ жүйесінің орнықтылық есептері, біз шектеу түрін тригонометриялық функцияға $a \tan(x)$ және релелік буындарды идеалды буындарға $\text{sign}(x)$ аудыстырамыз.



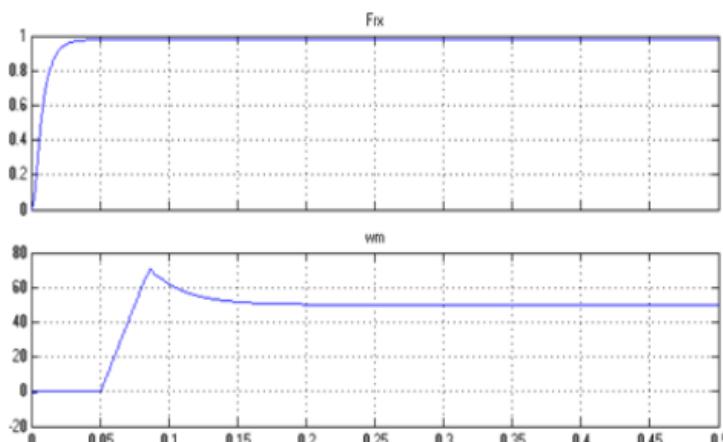
Сурет 2 – АЖЖТ жылдамдығының және ағымының өтпелі процестері

Бұл реттегі құрылымдық сұлба (1 сурет), келесі 3 суретте көрсетілген түрге ие болады.



Сурет 3 – Сызықтық емес буындарды ауыстыру кезіндегі АЖЖТ құрылымдық диаграммасы

АЖЖТ өтпелі процестері, жылдамдық және ағымының байланыстары 3 суретте және 4 суретте көрсетілген.



Сурет 4 – АЖЖТ жылдамдығы мен ағымының өтпелі процестері

Нәтижелер мен талқылау

Ротордың, 2 суреттің және 4 суреттің жылдамдығының өтпелі кезеңдерін салыстыра отырып, олардың толық сәйкестігі туралы қорытынды жасауға болады, бұл сызықтық емес элементтерді идеалды буындарға ауыстыру арқылы виртуалды модельде алынған өтпелі басқару жүйесінің орнықтылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Алайда орнықтылықтың неғұрлым нақты анықтамасын жүйенің динамикалық касиеттерін аналитикалық зерттеу арқылы алуға болады. Ол үшін жүйенің күйін анықтайтын АЖЖТ сипаттамалық теңдеуінің түбірлерін табу керек. Алайда, жоғары ретті дифференциалдық теңдеулерді, тіпті сызықтық жүйелер үшін, орнықтылықты анықтау үшін сипаттамалық теңдеудің түбірлерін табу арқылы шешу айтارлықтай қындықтарға тап болады [1, 2, 4, 5, 7].

Ротордың жылдамдығы мен ағымының өтпелі процестерін, 2 суретті және 4 суретті салыстыра отырып, олардың толық сәйкестігі туралы қорытынды жасауға болады.

Біз Matlab математикалық жүйесін қолдана отырып, АЖЖТ орнықтылығын талдаймыз. Ең алдымен, АЖЖТ қозғалысының теңдеулерін (3 сурет) беріліс функциялары, кері және айқас байланыстар негізінде символдық түрде жазамыз:

$$x_1 - w_1 \cdot x_2 = 0,$$

$$x_2 - a_2 \cdot x_3 \cdot x_4 = 0,$$

$$\varphi = b_1 \cdot x_1 + (b_2 \cdot x_3)/(x_4 + b_3),$$

$$(1/w_2)x_3 - a_3(x_6 - x_3) + a_5x_1x_4 + a_4x_5\varphi = 0, \quad (3)$$

$$(1/w_4)x_4 - a_6x_5 = 0,$$

$$-a_7x_4 + (1/w_5)x_5 - a_8\text{sign}((a_9 - a_9x_4) - x_5) - a_4x_3\varphi = 0,$$

$$x_6 - a_{10} \cdot \text{sign}((w_3u_Z - w_3x_1) - a_{11}(w_3u_Z - w_3x_1)^3) = 0,$$

мұндағы $x_1 = \omega$ – жүйенің асинхронды қозғалтқышының бұрыштық жылдамдығы, $x_2 = M_\varphi$ – қозғалтқыштың электромагниттік моменті, $x_3 = i_{sy}$ – жормал осытің ү статор тогының кеңістіктік векторы, $x_4 = F_{rx}$ – ағын байланысы, $x_5 = i_{sz}$ – нақты осытің x статор тогының кеңістіктік векторы, W_i – беріліс функциялары, a_i және b_i – коэффициенттер.

(3) теңдеулер жүйесі негізінде және MAT Lab [4, 5] алгоритмдік тілі негізінде құрастырылған АЖЖТ қозғалысының орнықтылығын анықтау бағдарламасы 5 суретте көрсетілген.

```

1 function RNYRAV
2 syms w1 w2 w3 w4 w5
3 f1=sym(' (1/w1)*x1*x2');
4 fa=sym(' sign(b1*x1+(b2*x3)/(sign(x4)+b3)) ');
5 f2=sym(' x2-a2*x3*(sign(x4)) ');
6 f3=sym(' [(1/w2)*x3-a3*sign(x6-x3)]'+...
7 ' a5*x1*(sign(x4))+a4*x5'*fa);
8 f4=sym(' (1/w4)*x4-a6*x5');
9 f5=sym(' [-a7*x4+(1/w5)*x5]'-...
10 ' a8*sign((a9-a9*x4)-x5)-a4*x3'*fa);
11 f6=sym(' x6-a10*sign((w3*U-w3*x1)-a11*(w3*U-w3*x1)^3)');
12 [x1,x2,x3,x4,x5,x6]=...
13 solve(f1,f2,f3,f4,f5,f6);
14 w1=tf([1],[1 0]);
15 w2=tf([2.33],[0.0046 1]);
16 w3=tf([0.1 4],[0.01 0]);
17 w4=tf([0.2956],[0.2956 1]);
18 w5=tf([2.33],[0.0046 1]);
19 a1=9.8; b1=2; b2=0.217; b3=0.01; a2=28.9;
20 a3=150; a4=0.00196; a5=1.97; a6=0.217;
21 a7=3.33; a8=300; a9=700; a10=50; a11=0.333; U=5;
22 R1=eval(x1); Wc=minreal(-R1)
23 p=pole(Wc)
24 end

```

Сурет 5 – АЖЖТ қозғалысының орнықтылығын анықтау бағдарламасы

Есептеу процедурасы келесідей қорытындыға ие болады:

1. Символдық айнымалылар W_i енгізіледі.

2. Тендеулер жүйесі символдық түрде енгізіледі.

3. Solve функциясын қолдана отырып, тендеулер жүйесін аналитикалық шешу жүзеге асырылады.

4. Асинхронды жүйенің жиіліктік ток буындарының беріліс функциялары, сондай-ақ жүйенің инерциялды емес буындарының коэффициенттері енгізіледі.

5. Eval және minreal функциялары таңдалған айнымалыға қатысты жүйенің беріліс функциясының қалыптасуын қамтамасыз етеді, бұл жағдайда $X_i = \omega$ (асинхронды қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығы).

Бағдарламаны есептеу нәтижесінде АЖЖТ беріліс функциясы және сипаттамалық тендеу түбірлерінің беріліс функциясы төменде көлтірілген.

Transfer function – беріліс функциясы:

$$2.196e006 s^9 + 3.822e009 s^8 + 2.911e012 s^7 + 1.268e015 s^6 + 3.452e017 s^5 + 6.023e019 s^4 + 6.583e021 s^3 + 4.134e023 s^2 + 1.161e025 s + 1.827e025$$

$$s^{11} + 1960 s^{10} + 1.736e006 s^9 + 9.184e008 s^8 + 3.222e011 s^7 + 7.862e013 s^6 + 1.357e016 s^5 + 1.642e018 s^4 + 1.337e020 s^3 + 6.643e021 s^2 + 1.558e023 s + 2.444e023$$

Беріліс функциясының сипаттамалық тендеуінің түбірлері:

P=		
1.0e+002 *	-2.2239 + 0.0483i	-2.1752 - 0.0673i
-1.0870 + 1.3047i	-2.2239 - 0.0483i	-2.1281 + 0.0468i
-1.0870 - 1.3047i	-2.1752 + 0.0673i	-2.1281 - 0.0468i
-2.2446	-2.1091	-0.0169

Берілген функцияның $W_c(S)$ сипаттамалық тендеуінің барлық түбірлері ($p_i =$) теріс таңбамен анықталынды, сондықтан жүйе орнықты [5].

Қорытындылар

Көптеген көбейткіш буындары бар векторлық басқарылатын асинхронды жиілік жүйесінің орнықтылығын анықтау мәселесі шешілді.

Орнықтылық, тұйықталған АЖЖТ мәселесін Matlab алгоритмдік тілінде символдық түрде сыйықтық емес алгебралық тендеулерді шешу бағдарламасын қолдана отырып, ойдағыдан шешуге болады.

Асинхронды жүйенің жиілік – ток қозғалысының орнықтылығын анықтау бағдарламасы оның беріс функциясын алуға және жүйенің орнықтылығын сипаттамалық тендеудің түбірлері арқылы анықтауға мүмкіндік береді.

Пайдаланған деректер тізімі

1 **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория автоматического управления. [Мәтін]. – СПб. : Изд-во «Профессия», 2004. – 752 с.

2 **Цыба Ю.А., Сагитов П.И.** Элементы теории автоматического управления: Учебное пособие. [Мәтін]. – Алматы: КАУ, 2006. – 144 с.

3 Герман – Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование меха тронных систем на ПК. [Мәтін]. – СПб. : КОРОНА – Век, 2008. – 368 с.

4 Лурье Б.Я., Энрайт П.Дж. Классические методы автоматического управления/под ред. А.А. Ланне. [Мәтін]. – СПб. : БХВ – Петербург, 2004. – 640 с.

5 Терехов В. М, Осипов О.И. Системы управления электроприводов (учебник вузов). [Мәтін]. – М. : Издательский центр «Академия» 2008. – 304 с.

6 **Цыба Ю.А.** Автоматическое управление электромеханическими системами, учебное пособие. [Мәтін]. – Алматы : АИЭС, 2008. – 77 с.

7 **Цыба Ю.А., Шадхин Ю.И., Алмуратова Н.К.** Нелинейные и цифровые системы автоматического управления : Учеб. пособие [Мәтін]. – Алматы : АУЭС, 2013. – 96 с.

8 **Терёхин В.Б.** Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1) : Учеб. пособие [Мәтін]. – Томск : Изд-во Томского политех. университета, 2008. – 320 с.

9 Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7 [Мәтін]. – М. : НТ Пресс, 2006. – 464 с.

10 Ануфриев И.Е., Смирнов А.В., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. [Мәтін]. – СПб. : БХВ – Петербург, 2005. – 114 с.

References

1 Besekerskiy, V.A., Popov, Ye.P. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. [Automatic control theory] [Text]. – SPb. : Publishing «Profession», 2004. – 752 p.

2 Tsyba, Yu. A., Sagitov, P. I. Elementy teorii avtomaticheskogo upravleniya. [Elements of the theory of automatic control : textbook] [Text]. – Almaty : KAU, 2006. – 144 p.

3 German-Galkin, S.G. Matlab & Simulink. Proyektirovaniye mekhanicheskikh sistem na PK. [Matlab & Simulink. Design of mechanical systems on a PC.] [Text]. – SPb. : KORONA – Century, 2008. – 368 p.

4 Lurie, B.Ya., Enright, P.J. Klassicheskiye metody avtomaticheskogo upravleniya / pod red. A.A. Lanne [Classical methods of automatic control / ed. A.A. Lanne.] [Text]. – SPb. : BHV – Petersburg, 2004. – 640 p.

5 Terekhov, V. M., Osipov, O.I. Sistemy upravleniya elektroprivodov : uchebnik vuzov. [Control systems for electric drives: University textbook] [Text]. – Moscow : Publishing Center “Academy” 2008. – 304 p.

6 Tsyba, YU.A. Avtomaticheskoye upravleniye elektromekhanicheskimi sistemami : uchebnoye posobiye [Automatic control of electromechanical systems : textbook] [Text]. – Almaty : AIPET, 2008. – 77 p.

7 Tsyba, Yu.A., Shadkhin, Yu.I., Almuratova, N.K. Nelineynyye i tsifrovyye sistemy avtomaticheskogo upravleniya : Ucheb. posobiye. [Nonlinear and digital automatic control systems : Textbook] [Text]. – Almaty : AUPET, 2013. – 96 p.

8 Terokhin, V.B. Modelirovaniye sistem elektroprivoda v Simulink (Matlab 7.0.1) : Ucheb. posobiye [Simulation of electric drive systems in Simulink (Matlab 7.0.1) : Textbook] [Text]. – Tomsk : Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2008. – 320 p.

9 Alekseyev, Ye.R, Chesnokova, O.V. MATLAB 7 [Text]. – Moscow : NT Press, 2006. – 464 p.

10 Anufriyev I.Ye., Smirnov A.V., Smirnova Ye.N. MATLAB 7 [Text]. – SPb. : BHV - Petersburg. 2005. – 114 p.

Материал 12.06.21 баспаға тұсті.

*Д. М. Чыбыбаева, Ю. А. Цыба, Ю. И. Шадхин
Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы.
Материал поступил в редакцию 12.06.21.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЧАСТОТНО-ТОКОВОЙ АСИНХРОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИВОДА В СРЕДЕ MATLAB

Приводится структурная схема замкнутой нелинейной частотно-токовой асинхронной системы электропривода с векторным управлением в программируемом комплексе Matlab и структурная схема с заменой звена насыщения. Даётся математическое описание движения системы в символьном виде и приводится программа определения её устойчивости, которая представлена на алгоритмическом языке Matlab. По результатам счета программы определены корни характеристического уравнения передаточной функции системы и график переходного процессов скорости асинхронного двигателя в среде Matlab-Simulink.

Ключевые слова: автоматическая система; частотно-токовая система; устойчивость; векторное управление; асинхронный двигатель; структурная схема; электропривод; обратная связь; уравнения динамики; динамические звенья; передаточная функция; контур регулирования скорости; переходные процессы; потокосцепление; релейный элемент; звено деления; нелинейное (множественное) звено; звено ограничения (насыщения); нелинейные уравнения; линеаризация; программа; алгоритмический язык; среда Matlab-Simulink.

*D. M. Chnybayeva, Yu. A. Tsyba, Yu. I. Shadkin
Almaty University of Energy and Communications
named after Gumarbek Daukeyev,
Republic of Kazakhstan, Almaty.
Material received on 12.06.21.

INVESTIGATION OF THE STABILITY OF A FREQUENCY-CURRENT ASYNCHRONOUS DRIVE SYSTEM IN THE MATLAB ENVIRONMENT

A block diagram of a closed nonlinear frequency-current asynchronous electric drive system with vector control in the Matlab programmable

complex and a block diagram with the replacement of the saturation link are presented. A mathematical description of the motion of the system in symbolic form is given and a program for determining its stability is provided, which is presented in the algorithmic language Matlab. Based on the results of the program calculation, the roots of the characteristic equation of the transfer function of the system and the graph of the transient processes of the asynchronous motor speed in the Matlab–Simulink environment are determined.

Keywords: automatic system; frequency-current system; stability; vector control; asynchronous motor; block diagram; electric drive; feedback; dynamic equations; dynamic links; transfer function; speed control loop; transients; flow coupling; relay element; division link; nonlinear (multiplying) link; restriction (saturation) link; nonlinear equations; linearization; program; algorithmic language; Matlab–Simulink environment.

<https://doi.org/10.48081/UOHV2676>

***М. Д. Шавдинова, Н. Г. Борисова**

Алматинский университет энергетики и связи
имени Гумарбека Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОНДЕНСАТОРА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

В работе проведен анализ существующих методик расчета конденсатора паровой турбины. Каждые методики имеют свои преимущества и недостатки. Так не по всем методикам можно провести расчет раздельного влияния загрязнений трубок и присосов воздуха. Проведен тепловой расчет конденсатора КГ2-6200 по методикам ВТИ, КТЗ, УГТУ-УПИ, ИТО (США). По результатам теплового расчета конденсатора получено, что методики ИТО (США) и ВТИ при сопоставлении со справочными данными имеют наименьшие погрешности. В методиках КТЗ и УГТУ-УПИ при изменении одного из параметров процесса нужно все время уточнять значения теплофизических свойств воды и конденсатной пленки в зависимости от температуры. Рекомендовано использовать методики КТЗ, УГТУ-УПИ при разработке математической модели с использованием способов интенсификации теплопередачи. Создана модель для диагностики конденсатора, учитывающая влияние присосов воздуха и загрязнений на величину давления пара в конденсаторе. Расчет проведен для конденсатора КГ2-6200 и эжектора ЭПО-3-200, установленных на АЭС ТЭЦ-2. Математическую модель конденсатора можно использовать как на производстве, так и в процессе подготовки специалистов-теплоэнергетиков при выполнении виртуальных лабораторных работ.

Ключевые слова: конденсатор, коэффициент теплопередачи, математическая модель, методики расчета.

Введение

Тепловой расчет конденсатора можно провести по нескольким методикам. Поэтому сначала необходимо выбрать наиболее подходящую методику расчета. По выбранной методике расчета можно разработать математическую модель конденсатора и провести вычислительные эксперименты.

Существуют различные методики расчета конденсатора паровой турбины: Ленинградский металлический завод (ЛМЗ), Институт теплообмена США (ИТО (США)), Калужский турбинный завод (КТЗ), Ухтинский государственный технический университет (УГТУ-УПИ), Всероссийский технологический институт (ВТИ). Методики ВТИ, ИТО (США), ЛМЗ могут дать оценку среднего коэффициента теплопередачи по интегральным режимным и конструкторским характеристикам оборудования [1], [2]. Но по этим методикам нельзя провести расчет раздельного влияния загрязнений трубок и присосов воздуха, а вот методики КТЗ, УГТУ-УПИ позволяют проводить такие расчеты. Но, в расчетах по методикам УГТУ-УПИ, КТЗ при изменении одного из параметров процесса нужно все время уточнять значения теплофизических свойств воды и конденсатной пленки в зависимости от температуры. Такой недостаток в методиках ВТИ и ИТО (США) отсутствует.

Существуют также и другие методы расчета. Так в [3], [4] приведена методика расчета конденсатора, которая позволяет получать характеристики конденсатора при любом режиме работы турбинной установки при изменении присосов воздуха.

Разработана методика расчета, позволяющая прогнозировать остаточный ресурс и давать оценку состояния конденсаторов паровых турбин. На основе данной методики разработаны две модели: первую модель можно использовать, когда доступна информация о времени работы конденсатора до выхода из строя трубок; вторую модель используют, когда на ТЭЦ нет точной информации о наработке трубок конденсатора [5].

В [1], [2] представлена методика расчета, учитывающая отдельное влияние загрязнений и присосов воздуха на давление пара в конденсаторе. По этой методике была разработана диагностическая модель для конденсатора КГ2-6200 АлЭС ТЭЦ-2.

Результаты

Для создания математической модели необходимо определиться с методикой расчета. Для этого проведен тепловой расчет конденсатора по методикам ВТИ, КТЗ, УГТУ-УПИ, ИТО (США). Исходные данные для составления математической модели взяты из справочных данных для конденсатора КГ2-6200.

Таблица 1 – Сравнение расчетных значений коэффициента теплопередачи в конденсаторах в зависимости от методики расчета

Параметр/Методика расчета	ВТИ	КТЗ	УГТУ (УПИ)	ИТО (США)
Температура насыщения t_u , °C	35,12	35,57	31,92	36,88
Коэффициент теплопередачи k , Вт/(м²К)	2782	2 659	4379	2340

Недогрев охлаждающей воды до температуры насыщения Δ_t , °C	6,007	6,420	2,772	7,765
Площадь поверхности конденсатора F , м ²	6 371	6 218	6 185	6 180
Длина трубок конденсатора, L , м	6,86	6,69	6,66	6,65
Погрешность в расчетах, %:				
площадь поверхности	3,00	0,62	0,09	0,00
длина трубок	0,09	12,06	-12,66	0,18

Из проведенных расчетов получено, что методики ИТО (США) и ВТИ при сравнении со справочными данными имеют наименьшие погрешности. Методики КТЗ и УГТУ-УПИ при сопоставлении со справочными данными имеют более высокие погрешности расчета. Погрешность длины трубок составляет более 12 %. Данные методики рекомендуется использовать, например, при разработке математической модели с использованием способов интенсификации теплопередачи. Так, по методике КТЗ была разработана математическая модель конденсатора и проведен расчет интенсификации теплопередачи с нанесением кольцевых канавок на трубы [6], [7], [8].

Для разработки диагностической модели по данной методике был взят конденсатор КГ2-6200 и эжектор ЭПО-3-200, установленные на АлЭС ТЭЦ-2. В расчете первого участка для определения коэффициента теплопередачи можно использовать методику ВТИ [3]:

$$k = 4070 \cdot a \cdot \Phi_{\delta} \cdot \Phi_z \cdot \Phi_w \cdot \Phi_t, \quad (1)$$

где a – коэффициент, показывающий степень чистоты поверхности теплообмена [3];

$\Phi_{\delta} \cdot \Phi_z \cdot \Phi_w \cdot \Phi_t$ – множители, учитывающие влияние удельной паровой нагрузки конденсатора, числа ходов, скорости охлаждающей воды, ее температуры на входе в конденсатор [2], соответственно.

Для расчета второго участка используется безразмерная характеристика:

$$\bar{\Delta} = (1 - \bar{\Delta}_0)^2 \bar{Q} + \bar{\Delta}_0, \quad (2)$$

$$\text{где } \bar{\Delta} = \frac{t_k - t_{l_0}}{t_k^{nom} - t_{l_0}};$$

t_k – температура пара приnomинальном расходе пара;

t_k – текущая температура пара;

t_{l_0} – температура воды на входе в конденсатор.

$$\bar{\Delta}_0 = \frac{t_{k0} - t_{l_0}}{t_k^{nom} - t_{l_0}}, \quad (3)$$

t_{k0} – температура пара в конденсаторе, соответствует начальной точке второго участка характеристики.

Затем определяем температуру насыщения [1], [2]:

$$t_h = \frac{D_k}{D_{k1}} (t_{k1} - t_{k0}) + t_{k0}, \quad (4)$$

где $D_{k1} = \frac{1}{2 - \Delta_0} D_k^{\text{ном}}$.

По значению температуры насыщения из формулы (4) определяем давление в конденсаторе при чистых трубах и текущем количестве присасываемого воздуха.

На рисунке 2 показана совместная характеристика конденсатора и эжектора с указанием разницы давлений.

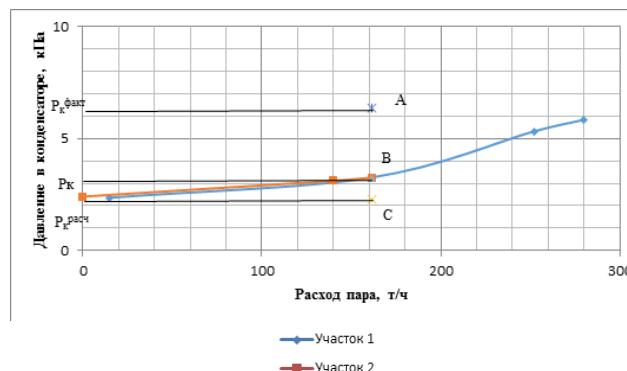


Рисунок 2 – Зависимость давления в конденсаторе от расхода пара при учете раздельного влияния присосов воздуха и загрязнений

На рисунке 2: точка С – расчетное значение давления в конденсаторе ($P_k^{\text{расч}}$); точка В – значение давления в конденсаторе (P_k) при влиянии воздуха; точка А – фактическое значение давления в конденсаторе ($P_k^{\text{факт}}$) [1], [2]. При расчете расчетного значения давления в конденсаторе не учитываются загрязнения поверхности теплообмена и влияние воздуха.

Далее определяем влияние присосов воздуха на потерю давления пара и потерю давления на загрязнение трубок поверхности теплообмена [1], [2] (5) в конденсаторе (6):

$$\Delta P_{\text{загр}} = P_k^\phi - P_k \quad (5)$$

$$\Delta P_{\text{возд}} = P_k - P_k^{\text{расч}} \quad (6)$$

На основе параметров – температуры и расхода циркулирующей воды, расхода пара в конденсатор и количества воздуха, удаляемого эжекторами – система определяет стандартное давление пара в конденсаторе и сравнивает его с фактическим.

Дискуссия

В Республике Казахстан на данный момент еще не разработаны и соответственно не применяются диагностические модели конденсатора. Поэтому первостепенной задачей является разработка математических моделей конденсатора. При разработке математической модели учитывались опыт других авторов, особенности эксплуатации оборудования, возможности при сборе информации и проведении экспериментов. Представленная модель для диагностики состояния конденсатора в зависимости от загрязнений и присосов воздуха на величину давления пара [1], [10] - [12] нашла широкое применение на ТЭС Российской Федерации.

Выводы

Рассмотрены методики расчета конденсатора ВТИ, ИТО США, КТЗ, УГТУ-УПИ. Проведен тепловой расчет конденсатора по данным методикам. В результате расчетов получено, что методики КТЗ и УГТУ-УПИ рекомендуется использовать при проведении интенсификации теплопередачи в конденсаторе. А методики ВТИ и ИТО (США) предпочтительнее использовать для составления математической модели конденсатора в целях диагностики состояния оборудования на станции.

Разработана модель для диагностики состояния конденсатора при влиянии загрязнений поверхности теплообмена и присосов воздуха на давление пара [1], [7] для станции АлЭС ТЭЦ-2. Данная методика позволяет эксплуатационному персоналу станции по значениям $\Delta P_{\text{загр}}$ и $\Delta P_{\text{возд}}$ принимать оперативные решения о проведении ремонтных работ на конденсаторе и эжекторе.

Математическую модель конденсатора можно использовать на производстве, при проведении энергетического аудита станции, в процессе подготовки специалистов-теплоэнергетиков при выполнении виртуальных лабораторных работ.

Список использованных источников

1 Хаэт, С. И. Разработка и реализация элементов диагностического модуля для мониторинга состояния конденсационной установки паровой турбины. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Екатеринбург, 2004. – 147 с.

2 Аронсон, К.Э. Разработка и реализация системы мониторинга состояния теплообменных аппаратов паротурбинных установок в составе

информационных комплексов ТЭС. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Екатеринбург, 2008. – 416 с.

3 Иглин, П.В. Совершенствование системы эксплуатационного контроля конденсатора паротурбинной установки на основе уточнения методики расчета кислородосодержания конденсата. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Киров, 2016. – 172 с.

4 Shempelev, A. G., Iglin, P. Development of methods for calculating the aggressive gas content in condensate at the output from a steam turbine condenser // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – doi: 10.1109/ICIEAM.2016.7911010. – P. 1-5.

5 Murmansky, B. E., Aronson, K. E., and Brodov, Yu. M. Estimation of the Residual Life of Steam Turbine Condensers Based on Statistical Models // ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2015. – Vol. 62. – No. 11. – P. 785–789.

6 Шавдинова, М.Д. Методики расчета конденсатора паровой турбины. Сборник статей XI Международной научно-технической конференции «Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование», посвященной 45-летию образования Алматинского университета энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева. Алматы, 2020. – С. 76 – 78.

7 Шавдинова, М.Д. Разработка математической модели конденсатора и способы повышения его эффективности. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA». – Астана, 2019. – С. 98-100.

8 Шавдинова, М.Д., Борисова, Н.Г. Разработка математической модели пароструйного эжектора. Сборник статей XLIII Международной научно-практической конференции «WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS». Пенза, 2020. – С. 52–54.

9 Аронсон, К.Э., Бродов, Ю.М., Хаэт, С.И., Ниренштейн, М.А. Разработка, апробация и реализация элементов комплексной системы мониторинга состояния оборудования паротурбинных установок. Тяжелое машиностроение. 2012 (2). – С. 61–68.

10 Murmanski, I.B., Aronson, K.E., Blinov, V.L., Zhelonkin, N. V. and Murmansky, B.E. Digital diagnostic complex for power turbine units equipment // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 643 (2019). doi:10.1088/1757-899X/643/1/012109. – P. 1–8.

11 Murmanski, I., Aronson, K., Murmansky, B., Sosnovskii, A., Novosyolov, V. and Brodov, Y. Features of steam turbines diagnostics // Web Conf. Volume 178, 2020. High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference 2020. – doi: 10.1051/e3sconf/202017801059. – P. 1–6.

12 K. E. Aronson, Yu. M. Brodov, and V. B. Novoselov. Development of a System for Monitoring Technical State of the Equipment of a Cogeneration

Steam Turbine Unit // ISSN 00406015, Thermal Engineering, 2012. – Vol. 59. – No. 12. – P. 944–947.

References

1 Khayet, S.I. Razrabotka i realizatsiya elementov diagnosticheskogo modulya dlya monitoringa sostoyaniya kondensatsionnoy ustanovki parovoy turbiny. Dissertation na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. [Development and implementation of elements of a diagnostic module for monitoring the condition of a steam turbine condensing unit. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences] – Yekaterinburg, 2004. – p. 147.

2 Aronson, K.E. Razrabotka i realizatsiya sistemy monitoringa sostoyaniya teploobmennykh apparatov paroturbinnyykh ustanovok v sostave informatsionnykh kompleksov TES. Dissertation na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. [Development and implementation of a system for monitoring the state of heat exchangers of steam turbine plants as part of information systems of TPPs. Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences]. – Yekaterinburg, 2008. – P. 416.

3 Iglin, P.V. Sovrshennostvovaniye sistemy ekspluatatsionnogo kontrolya kondensatora paroturbinnoy ustanovki na osnove utochneniya metodiki rascheta kislorodosoderzhaniya kondensata. Dissertation na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. [Improvement of the system of operational monitoring of the condenser of a steam turbine plant based on the refinement of the method for calculating the oxygen content of the condensate. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences]. – Kirov, 2016. – P. 172.

4 Shempelev, A. G., Iglin, P. Development of methods for calculating the aggressive gas content in condensate at the output from a steam turbine condenser // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – doi: 10.1109/ICIEAM.2016.7911010. – P. 1–5.

5 Murmansky, B. E., Aronson, K. E., and Brodov, Yu. M. Estimation of the Residual Life of Steam Turbine Condensers Based on Statistical Models // ISSN 0040-6015, Thermal Engineering, 2015. – Vol. 62. – No. 11. – P. 785–789.

6 Shavdinova, M.D. Metodiki rascheta kondensatora parovoy turbiny [Methods for calculating a steam turbine condenser]. Sbornik statey XI Mezhdunarodnaya nauchno-teknicheskaya konferentsiya «Energetika, infokommunikatsionnye tekhnologii i vyssheye obrazovaniye», posvyashchennoy 45-letiyu obrazovaniya Almatinskogo universiteta energetiki i svyazi imeni Gumarbeka Daukeyeva [Collection of articles of the XI International Scientific and Technical Conference “Energy, infocommunication technologies and higher education” dedicated to the 45th anniversary of the formation of the Almaty

7 Shavdinova, M.D. Razrabotka matematicheskoy modeli kondensatora i sposoby povysheniya yego effektivnosti [Development of a mathematical model of a capacitor and ways to improve its efficiency]. Sbornik materialov IV nauchno-prakticheskoy konferentsii «GLOBAL'NAYA NAUKA I INNOVATSII 2019: TSENTRAL'NAYA AZIYA» [Collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference “GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2019: CENTRAL ASIA”]. – Astana, 2019. – P. 98–100.

8 Shavdinova, M.D., Borissova, N.G. Razrabotka matematicheskoy modeli parostruynogo ezhektora [Development of a mathematical model of a steam jet ejector]. Sbornik statey XLIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «MIROVAYA NAUKA: PROBLEMY I INNOVATSII» [Collection of articles of the XLIII International scientific and practical conference “WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS”]. – Penza, 2020. – P. 52–54.

9 Aronson, K.E., Brodov, Yu.M., Khayet, S.I., Nirenshteyn, M.A. Razrabotka, aprobatsiya i realizatsiya elementov kompleksnoy sistemy monitoringa sostoyaniya oborudovaniya paroturbinnyykh ustavok [Development, testing and implementation of elements of an integrated system for monitoring the state of equipment of steam turbine plants] // Heavy engineering. – 2012 (2). – P. 61–68.

10 Murmanskii, I.B., Aronson, K.E., Blinov, V.L., Zhelonkin, N. V. and Murmansky, B.E. Digital diagnostic complex for power turbine units equipment // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 643 (2019). – doi:10.1088/1757-899X/643/1/012109. – P. 1–8.

11 Murmanskii, I., Aronson, K., Murmansky, B., Sosnovskii, A., Novosyolov, V. and Brodov, Y. Features of steam turbines diagnostics // Web Conf. Volume 178, 2020. High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference 2020. – doi: 10.1051/e3sconf/202017801059. – P. 1–6.

12 K. E. Aronson, Yu. M. Brodov, and V. B. Novoselov. Development of a System for Monitoring Technical State of the Equipment of a Cogeneration Steam Turbine Unit // ISSN 00406015, Thermal Engineering, 2012. – Vol. 59. – No. 12. – P. 944–947.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*M. D. Шавдинова, Н. Г. Борисова

Гумарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика
және байланыс университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
Материал 12.06.21 баспаға тұсті.

БУ ТУРБИНАСЫ КОНДЕНСАТОРЫН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕЛЕРИ

Жұмыста бу турбинасының конденсаторын есептеудің қолданыстағы әдіstemелеріне талдау жүргізілді. Әрбір әдіstemеменің озінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Демек, тұтіктер мен ауа сорғыштары ластануының жекелеген әсерін есептеуді барлық әдіstemелер бойынша жүргізе алмайсыз. БТИ, КТЗ, ОМТУ-ОПИ, ЖАИ (АҚШ) әдіstemелері бойынша КГ2-6200 конденсаторына жылулық есептей жүргізілді. Анықтамалық деректермен салыстырған кезде конденсатордың жылулық есептей нәтижелері бойынша, ЖАИ (АҚШ) және БТИ әдіstemелерінің анағұрлым аз дәлсіздіктері бар болғаны анықталды. КТЗ мен ОМТУ-ОПИ әдіstemелерінде үдерістің бір параметрін өзгертуken кезде температурага байланысты судың және конденсат үлдіріпін жылу-физикалық қасиеттерін үнемі дәлдеп отыру керек. Жылу берілімнің қарқынданату тәсілдерін пайдаланып, математикалық үлгін өзірлеген кезде КТЗ, ОМТУ-ОПИ әдіstemелерін пайдалап ұсынылады. Конденсаторды диагностикалау үшін үлгі жасалған, ол ауа сорғыштарының және ластанулардың конденсатордагы қысым шамасына әсерін ескертеді. Есептей, АлЭС ЖЭО-2-де орнатылған КГ2-6200 конденсаторы мен ЭПО-3-200 әкшекторы үшін жүргізілген. Конденсатордың математикалық үлгісін өндірісте де, жылу энергетиктары-мамандарын даярлау барысында виртуалды зертханалық жұмыстарды орындағанда да пайдалануга болады.

Кілтті сөздер: конденсатор, жылу беру коэффициенті, математикалық үлгі, есептей әдіstemелері.

*M. D. Shavdinova, N. G. Borissova

Almaty University of Power Engineering and Communications
named after Gumarbek Daukeev,
Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 12.06.21.

STEAM TURBINE CONDENSER CALCULATION METHODS

The paper analyses the existing calculation methods for steam turbine condenser. Every method has its advantages and disadvantages. Thus, not all of the methods may be used to calculate the separate effect of contamination of pipes and air inflows. Thermal design calculation for condenser KG2-6200 was made using the methods of ARTI, KTW, USTU-

UPI, HEI (USA). The condenser thermal design calculation showed that the methods of HEI (USA) and ARTI have the least error when compared to the reference data. In the methods of KTW and USTU-UPI, when one of the process parameters changes, it is required to constantly verify the values of thermophysical properties of water and condensate film depending on temperature. It is recommended to use the methods of KTW and USTU-UPI for the development of mathematical model using the heat transfer augmentation techniques. The condenser diagnostic model was created which takes account of the effect of air inflows and contaminations on the condenser steam pressure. The calculation was made for condenser KG2-6200 and ejector EPO-3-200 installed at the Almaty CHPP-2. The mathematical model of condenser can be used both in the production and in the training of heat power specialists when performing virtual laboratory work.

Keywords: condenser, heat transfer coefficient, mathematical model, calculation methods.

<https://doi.org/10.48081/JMKM6512>

***А. Б. Шиникулова¹, У. Умбетов², Г. С. Морокина³**

¹Казахский университет путей сообщения,
Республика Казахстан, г. Алматы;

²Международный казахско-турецкий университет
имени Ходжи Ахмеда Ясави, Республика Казахстан, г. Туркестан;

³Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения, Российская Федерация, г.Санкт-Петербург

ПРИМЕРЫ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТУРИЗМЕ

Рассматриваемые вопросы трактуются с позиций управления на основе современных методов математического моделирования и оптимизации процессов принятия решений. Используемые подходы ориентированы на построение автоматизированных систем управления, обеспечивающих эффективный и объективный анализ ситуаций, оперативную выработку обоснованных решений по управлению.

Систематизировано содержание иерархического подхода в управлении, осуществлены формализация и обоснование его основных положений. Произведена разработка методов построения математических моделей производственных объектов в сфере туризма. Предложены эффективные методы иерархической идентификации и метод селекции, представляющие практический интерес с учетом современных тенденций в области моделирования рыночных механизмов менеджмента и управления производственными объектами. Они с успехом могут быть распространены на производственные объекты любой другой производственной сферы.

Ключевые слова: система массового обслуживания, теория массового обслуживания, формирование потоков.

Введение

Индустрия туризма – это такая отрасль экономики, в которой особое место занимает формирование потоков. Перемещение туристов различными видами транспорта в разные места отдыха и связанное с этим движение финансовых, информационных, материальных, сервисных и других потоков требует организации и эффективного управления такими потоками. Как

правило, потоковые процессы имеют сложные взаимосвязи и взаимодействуют друг с другом. По этой причине для анализа таких процессов необходимо использовать системный подход. Подобные процессы как объекты управления образуют сложную систему с иерархической структурой. Основным является поток туристов. На его основе формируются и остальные потоки, для которых главной задачей является обслуживание туристов.

Материалы и методы

Рассмотрим возможности применения теории массового обслуживания (ТМО) для управления потоковыми процессами в туризме. Как известно основными понятиями ТМО является понятие двух потоков элементов. Первый определяется как последовательность поступления элементов, следующих один за другим в случайные моменты времени и второй - как возможности их обслуживания.

Такие совокупности элементов обладают рядом важных свойств, которые необходимы для эффективного использования математического аппарата ТМО. Рассмотрим эти свойства. В туризме, в зависимости от вида сервисных услуг, потоки элементов могут быть как ординарными, так и неординарными.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим возможности использования систем массового обслуживания в индустрии туризма. В настоящее время на рынке туристских услуг функционирует ряд фирм, у которых информационное взаимодействие с клиентами в основном происходит по телефону. Одной из таких фирм является компания «СТАР Травел». Для эффективной работы с клиентами компания использует специализированную систему отслеживания потоков звонков клиентов. С этой целью в фирме функционирует мини телефонная станция Call Center, которая принимает телефонные звонки и осуществляет сбор статистических данных. Схема работы такой станции представлена на рисунке 5.7. Принцип действия мини телефонных станций заключается в следующем. Организация заказывает у своего провайдера многоканальный номер и несколько телефонных линий. Заказ линий зависит от входных потоков звонков от клиентов, с которыми планирует работать компания. [1] Звонки, поступающие на телефонную станцию, передаются и высвечиваются на табло в порядке поступления. Это дает возможность оператору (агенту) увидеть, что клиент находится в очереди в состоянии ожидания. Структурная схема обслуживания поступающих в офис звонков приведена на рисунке 5.8.

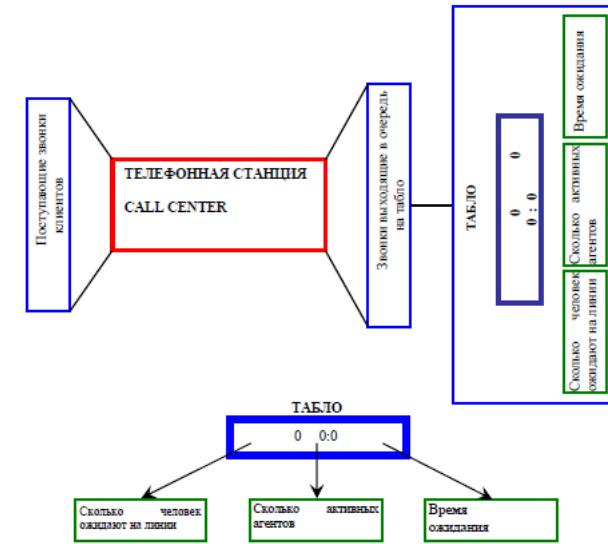


Рисунок 5.7 – Схема работы телефонной станции

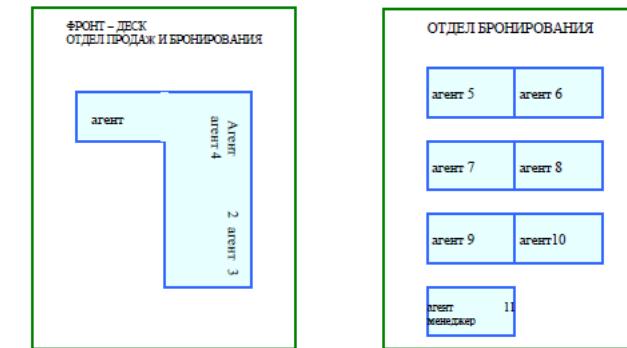


Рисунок 5.8 – Структурная схема обслуживания поступающих в офис звонков.

У каждого оператора на телефонном аппарате есть кнопка, при нажатии которой на станцию поступает сигнал о том, что оператор готов ответить на звонок. Если же оператор занят, то звонок остается в очереди. Для отслеживания эффективности работы операторов на станции установлена система снятия статистических показателей ответов операторов на звонки клиентов. Система фиксирует ответы каждого оператора. Полученные

данные определяют такие показатели, как время ответа на звонок (за каждый час, среднее за день и за неделю), количество (интенсивность) поступающих звонков (за каждый час, среднее за день и за неделю), количество обработанных и потерянных звонков (за каждый час, среднее за день и за неделю). Данную информацию можно использовать для разработки эффективной системы массового обслуживания.

Очевидно, что СМО компании «СТАР Травел» является многофазной. Такую систему можно представить в виде различных одноканальных и многоканальных систем обслуживания (рисунок 5.9).

Данная система состоит из:

- СМО «Телефон», обслуживание клиентов по телефону;
- СМО «Интернет», обслуживание заявок от клиентов по Интернету;
- СМО «Агент (оператор)», обслуживание клиентов непосредственно в офисе компании;
- СМО «Касса».

В общем виде модель сложной системы обслуживания компании представим в виде множества входных и выходных элементов разной природы. Однако мы будем рассматривать только множества элементов, связанные с обслуживанием клиентов (рисунок 5.10):

- составляющие турпродукта компании (авиабилеты, страховки, гостиницы, программы обучения за рубежом, программы работы в США);
- документы (турристские договора, договора с партнерскими организациями);
- персональные компьютеры (работа с клиентами по Интернету);
- агенты (работа с агентствами, ведение договорной компании, помощь при выписке авиабилетов, консультации по тарифам);
- клиенты с деньгами (работа с клиентами, продажа продукта компании).

Каждая из перечисленных выше систем обслуживания требует подробного исследования. Рассмотрим СМО «Телефон». Элементами СМО являются входящие телефонные звонки, а каналами обслуживания - операторы (агенты) по бронированию. Телефонные звонки принимаются фирмой в течение всего рабочего дня. На рисунке 5.11 представлены статистические данные о звонках, поступающих в фирму. В результате обработки этих данных получены таблица 1 и таблица 2 (Приложение 2) входного потока элементов.

Будем считать, что на ограниченном промежутке времени, например в течение часа, поток звонков является простейшим. Вычислим интенсивность множества звонков для каждого часа работы компании, а также их среднее значение [2-4].

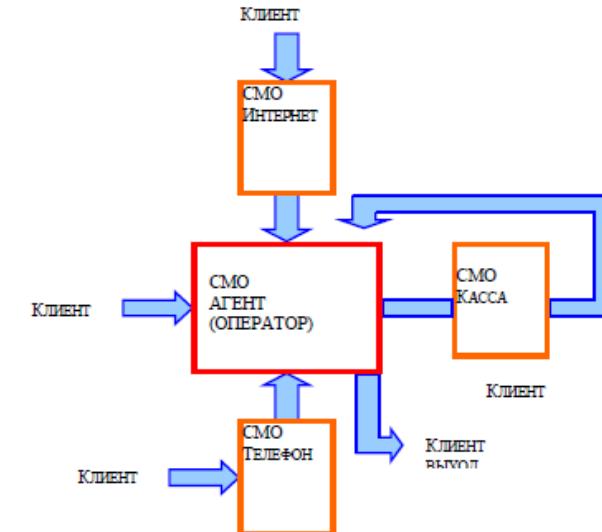


Рисунок 5.9 – Модель многофазной СМО обслуживания клиентов в туристской компании «СТАР Травел»



Рисунок 5.10 – Модель сложной СМО туристской компании «СТАР Травел»

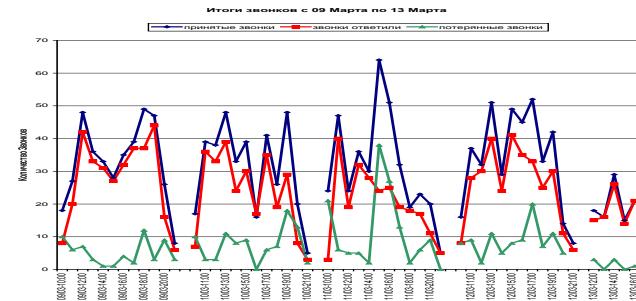


Рисунок 5.11 – Графики определения процента потерянных и принятых звонков

Интенсивность потока звонков в течение дня, как и их количество, является величиной не постоянной и изменяется в пределах от $\lambda_{min} = 0,6$ звн/мин до $\lambda_{max} = 3,3$ звн/мин, однако эти значения можно усреднить и получаются следующие средние значения $\lambda_{min} = 1,4$ звн/мин до $\lambda_{max} = 2,6$ звн./мин. Тогда среднее значение интенсивности потока звонков в течение дня $\lambda_{ср} = 2$ звн/мин.

Распределение потока звонков в течение недели представлено в таблице 3 (приложение 2). В этой таблице значения интенсивности являются усредненными характеристиками потока для каждого дня недели.

Следует отметить, что максимальные (минимальные) значения интенсивности потока, которые приведены в данной таблице ($\lambda_{min}=1,8$, $\lambda_{max}=2,2$), примерно совпадают со средними значениями интенсивности, приведенными в таблице 2 (Приложение 2). ($\lambda_{min}=1,4$ звн/мин до $\lambda_{max}=2,6$ звн./мин).

Определим среднее время обслуживания $t_{обс}$ и интенсивность обслуживания μ , которые вычисляются по формулам:

$$t_{обс} = \sum t_i f_i / \sum f_i$$

$$\mu = 1 / t_{обс}$$

Продолжительность интервала времени, требуемого для реализации процедуры обслуживания, зависит в основном от характера запроса заявки на обслуживание, от состояния самой системы и канала обслуживания (таблица 4, Приложения 2)

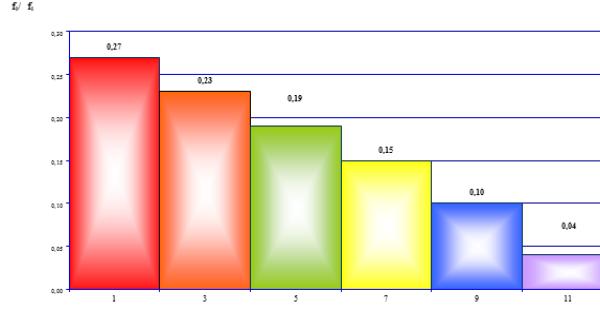


Рисунок 5.12 – Гистограмма распределения потока заявок на обслуживание

На основании экспериментальных данных таблицы 4. построена гистограмма распределения звонков клиентов (рисунок 5.12). Данный график подтверждает, что поток элементов на обслуживание имеет экспоненциальное распределение. [5-7]

Используя информацию, приведенную в таблице 4, рассчитаем среднее время обслуживания клиентов:

$$t_{обс} = \frac{33 + 28 * 3 + 23 * 5 + 18 * 7 + 13 * 9 + 5 * 11}{120} = \\ = \frac{530}{120} = 4,4 \text{ мин}$$

Тогда интенсивность обслуживания будет равна:

$$\mu = 1 / 4,4 = 0,22 \text{ звн/мин}$$

Определим коэффициент интенсивности обслуживания:

$$\rho = \lambda / \mu = \lambda * t_{обс} = 2 * 4,4 = 8,8$$

Исследуемая телефонная станция имеет 20 входящих и выходящих линий, 8 из этих линий обслуживаются бухгалтерией, отделы системного администрирования, рабочих программ, языковых курсов, остальные 12 используются отделом по работе с клиентами. Таким образом, исходя из возможностей телефонной станции длина очереди в СМО «Телефон» равна 12. Дальнейшие расчеты, можно вести, используя модель многоканальной СМО с ограниченной длиной очереди. Дискретное состояние СМО определяется количеством элементов, поступивших в систему, число каналов в компании равно числу агентов, отвечающих на звонки клиентов, то есть $n=7$.

После того как заняты все каналы обслуживания, последующие звонки образуют очередь, тем самым, определяя дальнейшее состояние системы:

По рассчитанным данным, можно сформулировать и решить следующую оптимизационную задачу: Рассчитаем основные характеристики СМО. Вероятность того, что все операторы не загружены: $P_0 = 0.000018 (0,0018\%)$

Образование очереди в данной системе возможно, когда вновь поступивший звонок застанет в системе не менее 7 элементов в очереди, то есть когда в системе будет находиться 7, 8, 9, ..., (7+12) элементов. Эти события независимы, поэтому вероятность того, что все каналы заняты, равна сумме соответствующих вероятностей $P_7 P_8 P_9 \dots P_{7+12}$. Тогда вероятность образования очереди равна

$$P_{\text{оч}} = 0.78 (78\%)$$

Вероятность отказа в обслуживании:

$$P_{\text{отк}} = 0.22 (22\%)$$

Тогда относительная пропускная способность определится так:

$$Q = P_{\text{OBC}} = 1 - P_{\text{отк}}$$

$$Q = 1 - 0.22 = 0.78\%$$

В этом случае абсолютная пропускная способность вычисляется так:

$$A = \lambda * Q$$

$$A = 2 * 0.78 = 1.56 \text{ звн/мин}$$

Среднее число занятых каналов равно:

$$n_3 = A/\mu$$

$$n_3 = 1,56/0,22 = 7 \text{ каналов}$$

$$L_{\text{оч}} = 8,83 \text{ звонков}$$

Среднее время ожидания в очереди определяется выражением:

$$T_{\text{оч}} = L_{\text{оч}} / \lambda = 4,41 \text{ мин}$$

Среднее время пребывания элемента в СМО определяется суммой среднего времени ожидания в очереди и средним временем обслуживания:

$$T_{\text{СМО}} = L_{\text{оч}} / \lambda + Q/\mu = 7,95 \text{ мин}$$

Полученные основные характеристики дают возможность исследовать эффективность работы системы обслуживания «Телефон». [8-10]

Таким образом, с точки зрения более углубленного изучения систем массового обслуживания задачи могут значительно усложняться, поэтому необходимо более детализировать постановку задачи, учитывая все факторы, которые оказывают влияние на систему, а также использовать не только модели и методы теории массового обслуживания, но и имитационное моделирование.

Таблица 5.1 – Результаты расчетов основных характеристик системы массового обслуживания в компании «СТАР Травел» при различном числе каналов

N	7	8	9	10	11
P_0	0,000018	0,000041	0,000063	0,0001	0,00012
$P_{\text{оч}}$	0,79	0,78	0,56	0,50	0,34
$P_{\text{отк}}$	0,22 (22%)	0,11 (11%)	0,041 (4,1%)	0,016 (1,6%)	0,005 (0,5%)
$Q=P$	0,78 (78%)	0,89 (89%)	0,95 (95%)	0,98 (98%)	0,99 (99%)
A	1,56	1,78	1,91	1,97	1,98
n_3	7	8	8,6	8,6	8,7
$n_{\text{пр}}$	0	0	0,4	1,4	2,3
K_3	1	1	0,93	0,86	0,79
$K_{\text{пр}}$	0	0	0,07	0,14	0,21
$L_{\text{оч}}$	8,8	6,5	3,3	2,2	0,12
$T_{\text{оч}}$	4,41	3,25	1,65	1,1	0,06
$T_{\text{СМО}}$	7,95	7,15	5,96	5,55	4,56

Выходы

В качестве сопутствующей научной задачи рассмотрена и решена задача исследования многоэлементных потоков, которая также достаточно распространена не только в организационных, но и технологических системах. Использованные при этом методы теории массового обслуживания ориентированы на использование в объектах повышенной сложности, для которых характерны большая размерность математических моделей, сложность структурной организации и многообразие функциональных связей между переменными. Все это свойственно для крупномасштабных производственных объектов, в связи с чем предлагаемые научные решения имеют важное значение с позиций организации автоматизированных систем управления для крупномасштабных производств и производственных объединений.

Список использованных источников

- 1 Умбетов, У., Шинькулова, А.Б. Применение математических методов оптимизации для трансфер туристов. / Промышленный транспорт Казахстана. – А., 2019. – №.4 (65). – 207-213 с.
- 2 Умбетов, У., Шинькулова, А.Б., Исаикин, Д.В. Основные типы и задачи управления сложными системами. / Материалы XV международной научно-практической конференции современные информационные технологии, технические науки. Великобритания. – 31-38 с.
- 3 Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У. Проблемы разработки декомпозиционного управления сложными системами / Научные труды международной научно-практической конференции. ЮКГУ им. М.Аuezова, 2006. – 383-386 с.
- 4 Умбетов, У., Шинькулова, А.Б. Математическая задача планирования деятельности предприятий туристской отрасли./Материалы XV международной научно-практической конференции. – Польша. 2019. – 48-55 с.
- 5 Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У. Системный анализ проблем в индустрии туризма. – Шымкент, 2007. – 210 с.
- 6 Умбетов, У., Шинькулова, А.Б., Исаикин, Д.В. Применение математических методов оптимизации для перевозки туристов. / Материалы XV международной научно-практической конференции. Великобритания. – 39–44 с.
- 7 Шинькулова, А.Б., Умбетов, У., Исаикин, Д.В. Оптимизация транспортных перевозок туристов. / Журнал теоретических и прикладных информационных технологий. – Пакистан, 2020. – 3032-3042 с.
- 8 Умбетов, У., Шинькулова, А.Б. Решение задач организации оптимальных перевозок туристов / Промышленный транспорт Казахстана. – А., 2020. – № 4 (65). – 207-213 с.
- 9 Умбетов, У., Морокина, Г.С., Майлыбаев, Е.К. Системы автоматизации проектирования для машиностроения и проектирования узлов устройств. Великобритания, 2020.
- 10 Володин, В.М., Шпакова, С.М., Умбетов, У. Системный анализ проблем в индустрии туризма. 2007. – 210 с.

References

- 1 Umbetov, U., Shinykulova, A.B. Primenenie matematicheskikh metodov optimizatsii dlya transfer turistov. Promyishlennyiy transport Kazahstana [Application of mathematical optimization methods for the transfer of tourists. Industrial transport of Kazakhstan]. – Almaty. 2019. – №.4 (65). – 207-213 p.

- 2 Umbetov, U., Shinykulova, A.B., Isaikin, D.V. Osnovnyie tipi i zadachi upravleniya slozhnyimi sistemami [Basic types and tasks of managing complex systems] Of the XV International research and practice conference. UK. – 31-38 p.
- 3 Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U. Problemy razrabotki dekompozitsionnogo upravleniya slozhnyimi sistemami. Nauchnye trudy mezdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf. [Problems of developing decomposition control of complex systems]. – YuKGU im. M.Auezova, 2006. – I tom. – 383-386 p.
- 4 Umbetov, U., Shinykulova, A.B. Matematicheskaya zadacha planirovaniya deyatelnosti predpriyatiy turistskoy otrassli [Mathematical problem of planning the activities of enterprises in the tourism industry]. Materialy XV mezdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2019. – 48-55 p.
- 5 Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U. Systemny analyz problem v industrii turizma [System analysis of problems in the tourism industry]. – Shymkent 2007. – 210 p.
- 6 Umbetov, U., Shinykulova, A.B., Isaikin, D.V. Primenenie Matematicheskikh metodov optimizatsii dlya perevozki turistov [Application of mathematical optimization methods for the transportation of tourists]. Of the XV International research and practice conference. UK. – 39–44 p.
- 7 Shinykulova, A.B., Umbetov, U., Isaikin, D.V., Maylibayev, E.K. Optimizatsiya transportnih perevozok turistov. [Optimization of transportation of tourists] Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2020.
- 8 Umbetov, U., Shinykulova, A.B. Reshenie zadach organizazyi optimalnih perevozki turistov [Solving the problems of organizing the optimal transportation of tourists]. Promyishlennyiy transport Kazahstana. – Almaty. 2020. – № 4 (65). – 207-213 p.
- 9 Umbetov, U., Morokina, G.S., Maylibayev, E.K. Systemy avtomatizazii proektirovanya dlya mashinostroenya proektirovanya uzlov ustroistv [Design automation systems for mechanical engineering design of device nodes]. UK, 2020.
- 10 Volodin, V.M., Shpakova, S.M., Umbetov, U. Systemny analyz problem v industrii turizma [System analysis of problems in the tourism industry]. – 2007. – 210 p.

Материал поступил в редакцию 12.06.21.

*А. Б. Шиникулова¹, У. Умбетов², Г. С. Морокина³

¹Казак қатынас жолдары университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

²Қожа Ахмет Ясави атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,

Қазақстан Республикасы, Түркістан қ.;

³Санкт-Петербург аэрокосмостық аспап жасау университеті,

Ресей Федерациясы, Санкт-Петербург қ.

Материал 12.06.21 баспаға тұсті.

ТУРИЗМДЕГІ КЕЗЕК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МЫСАЛДАРЫ

Карастырылып отырган мәселелер қазіргі кездегі математикалық модельдеу мен шешім қабылдау процестерін оңтайландыру өдістеріне негізделген басқару түргышынан түсіндіріледі. Қолданылатын тәсілдер жағдайларды тиімді және обьективті талдауды, басқарудың дұрыс шешімдерін жедел әзірлеуді қамтамасыз ететін басқарудың автоматтандырылған жүйелерін құрuga бағытталған. Менеджменттің иерархиялық тәсілінің мазмұны жүйеленіп, оның негізгі ережелері рәсімделіп, дәлелденді.

Туризм саласындағы ондірістік обьектілердің математикалық модельдерін құру өдістерін жасау. Ондірістік обьектілерді басқару мен басқарудың нарықтық механизмдерін модельдеу саласындағы заманауи тенденцияларды ескере отырып, практикалық қызығушылық тудыратын иерархиялық идентификацияның тиімді өдістері және таңдау өдісі үсүнілады. Олар кез-келген басқа ондірістік аймақтарғы ондірістік обьектілерге сәтті түрде тараулы мүмкін.

Кілтті сөздер: кезек жүйесі, кезек теориясы, ағынды қалыптастыру.

*A. B. Shinykulova¹, U. Umbetov², G. S. Morokina³

¹Kazakh University Ways of Communications,

Republic of Kazakhstan, Almaty;

²Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,

Republic of Kazakhstan, Turkestan;

³Saint Petersburg Mining University,

Russian Federation, St Petersburg.

Material received on 12.06.21.

EXAMPLES OF QUEUING SYSTEMS IN TOURISM

The issues under consideration are interpreted from the standpoint of management based on modern methods of mathematical modeling and optimization of decision making processes. The approaches used are focused on the construction of automated control systems that provide an effective and objective analysis of situations, the prompt development of informed management decisions. The content of the hierarchical approach in management is systematized, formalization and substantiation of its main provisions are carried out.

The development of methods for constructing mathematical models of industrial facilities in the field of tourism. Effective methods of hierarchical identification and a selection method are proposed, which are of practical interest, taking into account modern trends in the field of modeling market mechanisms of management and management of production facilities. They can be successfully extended to production facilities in any other production area.

Keywords: queuing system, queuing theory, stream formation.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Абдикулова Загипа Киргизбаевна, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазак-Түрк университеті, Түркістан қ., 161200 Қазақстан Республикасы, e-mail: Azagipa@mail.ru,

Абильмажинов Болат Мұқанұлы, техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент, «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы, Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., 150000, Қазақстан Республикасы, e-mail: abm_bma@rambler.ru

Азаматова Дана Айболатовна, жылу энергетика магистрі, аға оқытушы, Энергетика және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: student_azamatova@mail.ru

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович, техникалық ғылымдарының кандидаты, профессор, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: altayzf@mail.ru,

Айтмагамбетова Гульмира Әскербековна, жылу энергетикасы магистрі, аға оқытушы, Энергетика және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: gul_2904@mail.ru.

Альчинбаева Ойчагуль Зайниловна, техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазак-Түрк университеті, Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы, e-mail: oishagul59@mail.ru

Анарбаев Әлібек Ерсайынұлы, аға оқытушы, «Электротехника және автоматтандыру кафедрасы», Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: alibek_anarbaev@mail.ru

Асанов Гибрат Жоламанович, PhD, аға оқытушы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазак агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: 007giba@mail.ru

Асенов Диас Нұртайұлы, магистрант, Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар факультеті, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы, e-mail: dasenov45@gmail.com

Әбдірашит Асылбек Мейрамханұлы, техникалық ғылымдарының магистранты, оқытушы, «Металлургия, тау-кен және мұнай-газ ісі» кафедрасы, Техникалық факультеті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе

Әкімбек Ғұлмира Әбілқайрқызы, аға оқытушы, «Жылуэлектрлік қондырылыштар» кафедрасы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: g.akimbek@aves.kz

Байкен Аманкелді, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: amankeldi89@mail.ru

Байназов Баҳтыбек Аскерович, техникалық ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазак агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: bainiyazov69@mail.ru

Барукин Александр Сергеевич, PhD, аға оқытушы, «Электр энергетикасы» кафедрасы, Энергетика және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: alexbarukin@mail.ru

Бедыч Татьяна Виталиевна, техника ғылымдарының кандидаты, кафедра менгерушісі, Инженерлік-технологиялық факультеті, Міржақып Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: t.bedych@kineu.kz

Бекболатов Алимжан Берикбаевич, магистр, оқытушы, Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазак-Түрк университеті, Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы, e-mail: alimzhan_iktu@mail.ru

Битиманова Салтанат Серикбаевна, докторант, «Автоматтандыру және басқару» мамандығы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: 87057685414@mail.ru

Бірлесбек Қаниұлы, профессор, «Жылуэнергетикалық қондырылыштар» кафедрасы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: b.aliyarov@aves.kz

Богомолов Александр, техникалық ғылымдарының докторы, профессор, «Жылуэнергетика» кафедрасының менгерушісі, Горбачев Т. Ф. атындағы Кузбасс мемлекеттік техникалық университеті, Кемерово қ., 650000, Ресей Федерациясы. С.С. Кутателадзе атындағы Термофизика институты, Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімі, Новосібір қ., 630090, Ресей Федерациясы, e-mail: barom@kuzstu.ru

Борисова Нина Гавриловна, физика-математика ғылымдарының кандидаты, профессор көмекшісі, «Жылу электр қондырылыштар» кафедрасы,

Жылу энергетикасы және басқару жүйелері институты, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы, e-mail: borni-hpe@rambler.ru

Бурумбаев Азamat Галимжанович, техникалық ғылымдарының магистранты, оқытуши, «Металлургия, тау-кен және мұнай-газ ісі» кафедрасы, Техникалық факультеті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өнірлік университеті, Ақтөбе қ., 030000, Қазақстан Республикасы, e-mail: burumbayev.azamat@mail.ru

Гауанов Габиден Заманович, магистрант, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: gabiden_qaz@mail.ru

Глушченко Татьяна Ивановна, экономика ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор (доцент), Инженерлік-техникалық институты, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай аймақтық университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: tatyana194@inbox.ru

Дюсекенова Умсундуқ Султановна, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, аға оқытуши, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: umsunduk@mail.ru

Жалмагамбетова Үлтуар Каирбұлатовна, аға оқытуши, «Теплоэнергетика» кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ultuara@mail.ru

Жетпісбаев Кайратбек Уристимбекович, PhD, аға оқытуши, «РЭТ» кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: 79kairatbek@mail.ru

Жетпісбаева А. Т., PhD, аға оқытуши, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010011, Қазақстан Республикасы, e-mail: aigulji@mail.ru,

Звонцов Алексей Сергеевич, ассистент, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы, Торайғыров университеті, Энергетика және компьютерлік ғылымдар факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: trigal@mail.ru,

Исабеков Даурен Джамбулович, PhD, қауымд. профессор (доцент), Энергетикалық және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

Искаков Ренат Амангельдинович, магистрант, 2 курс, «Телекоммуникация және инновациялық технологиялар» кафедрасы, Ф. Ж. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы

Кабдушев Шернияз Булатулы, ғылыми қызметкері, ҚазҰУ-дегі ғылыми-технологиялық паркі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы

Каиртаева Айдана Талгатовна, магистрант, «Жылуэнергетика» мамандығы, Торайғыров университеті, Энергетика және компьютер ғылымы факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Aidana.kairtayeva@mail.ru

Келаманов Бауыржан Сатыбалдыұлы, техникалық ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессоры, «Металлургия, тау-кен және мұнай-газ ісі» кафедрасы, Техникалық факультеті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өнірлік университеті, Ақтөбе қ., 030000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kelamanov-b@mail.ru

Кинжибекова Акмарал Кабиденовна, қауымд. профессор, Энергетика және компьютер ғылымы факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Akmaral70@mail.ru

Кожахметова Багдат Абдурашидовна, магистр, лектор, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

Копишев Эльдар Ертаевич, химия ғылымдарының кандидаты, доцент, «Химия» кафедрасының менгерушісі, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010008, Қазақстан Республикасы

Кулакаева Айгуль Егалиевна, докторант, 3 курс, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы, Satbayev University, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы, aigul_k.pochta@mail.ru

Қадыржан Қайсағелі Нұрланұлы, кіші ғылыми қызметкері, ҚазҰУ-дегі ғылыми-технологиялық паркі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы

Морокина Галина Сергеевна, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Санкт-Петербург аэрокосмостық аспап жасау университеті, Санкт-Петербург қ., 1991062, Ресей Федерациясы, e-mail: galinasm404@mail.ru

Никифоров Александр, техникалық ғылымдарының докторы, профессор, «Жылуэнергетика» кафедрасының менгерушісі, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aleke4599@mail.ru

Ногай Адольф Сергеевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, «РЭТ» кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Казақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: nogay06@mail.ru

Омарханова Динара Жоламановна, докторант, 3 курс, «Компьютерлік және бағдарламалық инженерия» кафедрасы, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нур-Султан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: dinara.omarkhanova@mail.ru

Оралбекова Жанар Орымбаевна, PhD, доцент м.а., «Компьютерлік және бағдарламалық инженерия» кафедрасы, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нур-Султан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: oralbekova@bk.ru

Садвокасова Гаухар Максутовна, аға оқытушы, «Электротехника және автоматтандыру кафедрасы», Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: saduakasova@mail.ru

Сариев Отеген Рафхатович, техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент, «Металлургия, тау-кен және мұнай-газ ісі» кафедрасы, Техникалық факультеті, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., 030000, Қазақстан Республикасы, e-mail: rafhatsoon@mail.ru

Саринова Асия Жұмабаевна, техника ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессоры, «Электротехника және автоматтандыру» кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: assiya_prog@mail.ru

Сатымгалиева Мөлдір Біржанқызы, студенті, 3 курс, «5В071700-Жылуәнергетика» мамандығы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: m.satymgaliyeva@aues.kz,

Сериков Тансауле Габдиманапович, PhD, аға оқытушы, «РЭТ» кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Казак агротехникалық университеті, Нур-Султан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: tansaule_s@mail.ru

Сәкенов Балташ Қанатұлы, инженерлік ғылымдар магистрі, Инженерлік-техникалық институты, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай аймақтық университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: sakenovb996@bk.ru

Сүлейменов Ибрагим Эсенович, химия ғылымдарының докторы, физика-математика ғылымдарының кандидаты, профессор, ҚР ҮИА академигі, Медиа технологиялар институты, В. И. Вернадский атындағы Қырым федералды университеті, Қырым Республикасы, Ресей Федерациясы

Сүлейменов Марат Әлібайұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, y-mail: hiht_2007@mail.ru

Талипов Олжас Манарабекович, PhD, қауымд. профессор (доцент), Энергетикалық және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров

Темирканова Эльвира Кадылбековна, PhD, кафедра менгерушісі, Электроника және телекоммуникациялар факультеті, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы, e-mail: e.temyrkanova@aues.kz

Темиртаев Ильяс Аскarovич, магистрант, Энергетикалық және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ilyas.trt@yahoo.com

Толегенова Арай Сарсенгалиевна, техника ғылымдарының кандидаты, «РЭТ» кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Казақ агротехникалық университеті, Нур-Султан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: arai82@bk.ru

Третьякова Татьяна Ивановна, техникалық ғылымдар магистрі, аға оқытушы, «Электротехника және автоматтандыру» кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tretyakova_t_i@mail.ru

Тұлебаева Жанар Амангельдиновна, жылу энергетика магистрі, аға оқытушы, Энергетика және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhanar@mail.ru

Умбетов Умирбек, техника ғылымдарының докторы, профессор, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық казак-түрік университеті, Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы, e-mail: iumbetov@mail.ru

Ұскенбаев Даанияр Есанкулович, PhD, қауымд. профессор, «РЭТ» кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Казақ агротехникалық университеті, Нур-Султан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: usdan@mail.ru

Цыба Юрий Александрович, техника ғылымдарының кандидаты, профессоры, «ЭМЭЖ» кафедрасы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050000, Қазахстан Республикасы, e-mail: tsyba.46@mail.ru

Чиыбаева Данна Максуткановна, докторант, «ЭМЭЖ» кафедрасы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050000, Қазахстан Республикасы, e-mail: danna_shyn@mail.ru

Шавдинова Мадина Джалаудиновна, докторант, 3 курс, «Жылу энергетикасы» мамандығы, Жылу энергетикасы және басқару жүйелері институты, Гумарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы, e-mail: shavdinova@dku.kz

Шадхин Юрий Исаевич, аға оқытушы, «ЭМЭЖ» кафедрасы, Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы к., 050000, Казахстан Республикасы, e-mail: Yshadkhin@mail.ru

Шиникулова Аньель Барлыбековна, докторант, Қазақ қатынас жолдары университеті, Алматы к., 050063, Қазақстан Республикасы, e-mail: Sh.anel14@mail.ru

Шокеев Алишер Балгаулы, магистрант, Энергетикалық және компьютерлік ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар к., 140008, Қазакстан Республикасы, e-mail: a.shokeev@gqe.kz

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абдикулова Загипа Киргизбаевна, кандидат технических наук, доцент, Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан, 161200, Республика Казахстан, e-mail: Azagipa@mail.ru

Абильмажинов Болат Муканович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан, e-mail: abm_bma@rambler.ru

Азаматова Дана Айболатовна, магистр теплоэнергетики, ст. преподаватель Торайғыров университет, Факультет энергетики и компьютерных наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: student_azamatova@mail.ru

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Международный университет информационных технологий, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: altayzf@mail.ru

Айтмагамбетова Гульмира Аскербековна, магистр теплоэнергетики, ст. преподаватель, Торайғыров университет, Факультет энергетики и компьютерных наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: gul_2904@mail.ru

Акимбек Гульмира Абылкайровна, ст. преподаватель, кафедра «Теплоэлектрических установок», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: g.akimbek@aues.kz

Алияров Бирлесбек Каниевич, профессор, кафедра «Теплоэнергетических установок», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: b.aliyarov@aues.kz

Альчинбаева Ойчагуль Зайниловна, кандидат технических наук, доцент, Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан, 161200 Республика Казахстан, e-mail:oishagul59@mail.ru

Анарбаев Алибек Ерсанович, ст. преподаватель, кафедра «Электротехники и автоматизации», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: alibek_anarbaev@mail.ru

Асанов Гибрат Жоламанович, PhD, ст. преподаватель, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: 007giba@mail.ru

Асенов Диас Нуртаевич, магистрант, Факультет Радиотехники, электроники и телекоммуникации, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, e-mail: dasenov45@gmail.com

Әбдірашит Асылбек Мейрамханулы, магистр технических наук, преподаватель, кафедра «Металлургия, горное и нефтегазовое дело», Технический факультет, Актибинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, 030000, Республика Казахстан, e-mail: asik_942017@mail.ru

Байкен Аманкелди, магистр естественных наук, преподаватель, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: amankeldi89@mail.ru

Байніязов Баһтыбек Аскерович, кандидат технических наук, ст. преподаватель, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: bainiyazov69@mail.ru

Барукин Александр Сергеевич, PhD, ст. преподаватель, кафедра «Электроэнергетика», Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: alexbarukin@mail.ru

Бедыч Татьяна Витальевна, кандидат технических наук, зав. кафедрой, Инженерно-технологический факультет, Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: t.bedych@kineu.kz

Бекболатов Алимжан Берикбаевич, магистр, преподаватель, Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан, 161200 Республика Казахстан, e-mail: alimzhan_iktu@mail.ru

Битиманова Салтанат Серикбаевна, докторант, специальность «Автоматизация и управление», Факультет информационных технологий, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: 87057685414@mail.ru

Богомолов Александр, доктор технических наук, профессор, зав. Кафедрой «Теплоэнергетика», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, 650000, Российская Федерация. Институт теплофизики имени С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, 630090, Российская Федерация, e-mail: bagom@kuzstu.ru

Борисова Нина Гавриловна, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра Тепловые электрические установки, Институт теплоэнергетики и систем управления, Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, e-mail: borni-hpe@rambler.ru

Бурумбаев Азamat Галимжанович, магистр технических наук, преподаватель, кафедра «Металлургия, горное и нефтегазовое дело», Технический факультет, Актибинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, 030000, Республика Казахстан, e-mail: burumbayev.azamat@mail.ru

Гауанов Габиден Заманович, магистрант, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: gabiden_qaz@mail.ru

Глушенко Татьяна Ивановна, кандидат экономических наук, ассоц. профессор (доцент), Инженерно-технический институт, Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: tatyana194@inbox.ru

Дюсекенова Умсундуқ Султановна, магистр естественных наук, ст. преподаватель, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: umsunduk@mail.ru

Жалмагамбетова Ултуар Каирбұлатовна, ст. преподаватель, кафедра «Теплоэнергетика», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: ultuara@mail.ru

Жетписбаев Кайратбек Уристимбекович, PhD, ст. преподаватель, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: 79kairatbek@mail.ru

Жетписбаева А.Т., PhD, ст. преподаватель, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010011, Республика Казахстан, e-mail: aigulji@mail.ru

Зонцов Алексей Сергеевич, преподаватель, специальность «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Торайғыров университет, Факультет энергетики и компьютерных наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: trigal@mail.ru

Исабеков Даурен Джамбулович, PhD, ассоц. профессор (доцент), Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

Искаков Ренат Амангельдинович, магистрант, 2 курс, кафедра «Телекоммуникаций и инновационных технологий», Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Ж. Даукеева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан

Кабдушев Шернияз Булатулы, научный сотрудник, Научно-технологический парк при КазНУ, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан

Кайртаева Айдана Талгатовна, магистрант, специальность «Теплоэнергетика», Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Aidana.kairtayeva@mail.ru

Келаманов Бауыржан Сатыбалдыұлы, кандидат технических наук, ассоц. профессор, кафедра «Металлургия, горное и нефтегазовое дело», Технический

факультет, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, 030000, Республика Казахстан, e-mail: kelamanov-b@mail.ru

Кинжебекова Акмарал Кабиденовна, профессор, Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: akmaral70@mail.ru

Кожахметова Багдат Абдурашидовна, магистр, лектор, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Международный университет информационных технологий, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

Копишев Эльдар Ертаевич, кандидат химических наук, доцент, зав. кафедрой «Химии», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан

Кулакаева Айгуль Егалиевна, докторант, 3 курс, специальность «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Satbayev University, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, e-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

Қадыржан Қайсарәлі Нұрланұлы, младший научный сотрудник, Научно-технологический парк при КазНУ, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан

Морокина Галина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, Санкт -Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, 1991062, Российская Федерация, e-mail: galinasm404@mail.ru

Никифоров Александр, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Теплоэнергетика», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: aleke4599@mail.ru

Ногай Адольф Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: nogay06@mail.ru

Омарханова Динара Жоламановна, докторант, 3 курс, кафедра «Компьютерная и программная инженерия», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: dinara.omarkhanova@mail.ru

Оралбекова Жана Орымбаевна, PhD, и.о.доцента, кафедра «Компьютерная и программная инженерия», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: oralbekova@bk.ru

Садвокасова Гаухар Максутовна, ст. преподаватель, кафедра «Электротехники и автоматизации», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: saduakasova@mail.ru

Сакенов Балташ Канатович, магистр технических наук, Инженерно-технический институт, Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: sakenovb996@bk.ru

Саринев Отеген Рафхатович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Металлургия, горное и нефтегазовое дело», Технический факультет, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Актобе, 030000, Республика Казахстан, e-mail: rafhatsoon@mail.ru

Саринова Асия Жумабаевна, кандидат технических наук, ассоц. профессор, кафедра «Электротехника и автоматизация», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140003, Республика Казахстан, e-mail: assiya_prog@mail.ru

Сатымгалиева Мольдир Биржановна, студент, 3 курс, специальность «5B071700-Теплоэнергетика», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: m.satymgaliyeva@aues.kz

Сериков Тансауле Габдиманапович, PhD, ст. преподаватель, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: tansaulle_s@mail.ru

Сулейменов Ибрагим Эсенович, доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, академик НИА РК, Институт медийных технологий, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Республика Крым, Российская Федерация

Сулейменов Марат Алибаевич, доктор химических наук, профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: hiht_2007@mail.ru

Талипов Олжас Манаrbекович, PhD, ассоц. профессор (доцент), Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: talipov1980@mail.ru

Темиртаев Ильяс Аскarovич, магистрант, Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: ilyas.trt@yahoo.com

Темирканова Эльвира Кадылбековна, PhD, зав. кафедрой, Факультет Радиотехники, электроники и телекоммуникации, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, e-mail: e.temyrkanova@aues.kz

Толегенова Арай Сарсенгалиевна, кандидат технических наук, ст. Преподаватель, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: arai82@bk.ru

Третьякова Татьяна Ивановна, магистр технических наук, ст. преподаватель, кафедра «Электротехника и автоматизация», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140003, Республика Казахстан, e-mail: tretyakova_t_i@mail.ru

Тулебаева Жанар Амангельдиновна, магистр теплоэнергетики, ст. преподаватель, Торайғыров университет, Факультет энергетики и компьютерных наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tulebaeva.zhanar@mail.ru

Умбетов Умирбек, доктор технических наук, профессор, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, 161200, Республика Казахстан, e-mail: uumbetov@mail.ru

Усенбаев Данияр Есанкулович, PhD, ассоц. профессор, кафедра «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан, e-mail: usdan@mail.ru

Цыба Юрий Александрович, кандидат технических наук, профессор, кафедра «ЭМЭП», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: tsyba.46@mail.ru;

Чыныбаева Данна Максуткановна, докторант, кафедра «ЭМЭП», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: danna_shyn@mail.ru

Шавдинова Мадина Джалаудиновна, докторант, 3 курс, специальность «Теплоэнергетика», Институт теплоэнергетики и систем управления, Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан, e-mail: shavdinova@dku.kz

Шадхин Юрий Исаевич, ст. преподаватель, кафедра «ЭМЭП», Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: Yshadkhin@mail.ru

Шиникулова Анель Барлыбековна, докторант, Казахский университет путей сообщения, г. Алматы, 050063, Республика Казахстан, e-mail: Sh.anel14@mail.ru

Шокеев Алишер Балгаулы, магистрант, Факультет энергетики и компьютерных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: a.shokeev@gqe.kz

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Abdikulova Zagipa Kirgizbaevna, Candidate of Technical Sciences, associate professor, K. A. Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan, e-mail: Azagipa@mail.ru,

Abdrashit Asylbek Meyramkhanuly, M. Sc., teacher, Department of «Metallurgy, Mining and Oil and Gas industry», Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: asik_942017@mail.ru

Abilmazhinov Bolat Mukanovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Department of «Power Engineering and Radioelectronics», North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan, e-mail: abm_bma@rambler.ru

Aitmagambetov Altay Zufarovich, Candidate of Technical Sciences, professor, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», International Information Technologies University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: altayzf@mail.ru

Aitmagambetova Gulmira Askerbekovna, Master of Heat and Power Engineering, senior lecturer, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: gul_2904@mail.ru

Akimbek Gulmira Abylkayrovna, senior lecturer, Department of «Thermal Power Plants», Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: g.akimbek@aues.kz 87753713004

Alchinbayeva Oichagul Zainilovna, Candidate of Technical Sciences, associate professor, K. A. Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan, e-mail: oishagul59@mail.ru

Anarbayev Alibek, senior lecturer, Department of «Electrical Engineering and Automation», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: alibek_anarbaev@mail.ru

Assainov Gibrat Zholamanovich, PhD, senior lecturer, Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: 007giba@mail.ru

Assenov Dias Nurtaevich, graduate student, Faculty of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan, e-mail: dasenov45@gmail.com

Azamatova Dana Aibolatovna, Master of Heat and Power Engineering, senior lecturer, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: student_azamatova@mail.ru

Baiken Amankeldi, Master of Science, lecturer, Toraighyrov University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, e-mail: amankeldi89@mail.ru

Bainiyazov Bakhtybek Askerovich, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer, Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: bainiyazov69@mail.ru

Barukin Aleksandr, PhD, senior lecturer, Department of «Electric Power Engineering», Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: alexbarukin@mail.ru

Bedych Tatyana Vitalievna, Candidate of Technical Sciences, head of Department, Faculty of Engineering and Technology, Kostanay Engineering and Economic University named after M. Dulatov, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: t.bedych@kineu.kz

Bekbolatov Alimzhan Berikbayevich, Master of Technical Sciences, teacher, K. A. Yasawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan, e-mail: alimzhan_iktu@mail.ru

Birlesbek Kaniyevich Aliyarov, professor, Department of Heat and Power Installations of the Gumarbek Daukeev, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: b.aliyarov@aues.kz

Bitimanova Saltanat Serikbayevna, doctoral student, specialty «Automation and Control», Faculty of Information Technology, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: 87057685414@mail.ru

Bogomolov Aleksandr, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department of «Thermal energy», Kutateladze Institute of Thermophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090, Russian Federation. T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: barom@kuzstu.ru

Borissova Nina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of «Thermal Electrical Installations», Institute of Heat Power Engineering and Control Systems, Almaty University of Power Engineering and Communications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan, e-mail: borni-hpe@rambler.ru

Burumbayev Azamat Galymzhanovich, M. Sc., teacher, Department of «Metallurgy, Mining and Oil and Gas Industry», Faculty of Technology, Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: burumbayev.azamat@mail.ru

Chnybayeva Danna Maksutkanovna, doctoral student, Department of «EMED» Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: danna_shyn@mail.ru

Dyusekenova Umsunduk, Master of Sciences, senior lecturer, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: umsunduk@mail.ru

Gauanov Gabiden Zamanovich, master, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: gabiden_qaz@mail.ru

Gluchshenko Tatiana Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, associate professor, Engineering and Technical Institute, Kostanay Regional University named after A. Baitursynov, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tatjana194@inbox.ru

Iskakov Renat Amangeldinovich, undergraduate student, 2nd year, Department of «Telecommunications and Innovative Technologies», Almaty University of Energy and Communications named after G. Zh. Daukeev, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan

Issabekov Dauren Dzhambulovich, PhD, associate professor, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

Kabdushev Sherniyaz Bulatuly, researcher, Science and Technology Park at KazNU, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan

Kadyrzhan Kaisarali Nurlanuly, junior researcher, Science and Technology Park at KazNU, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan

Kairtayeva Aidana Talgatovna, undergraduate student, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Aidana.kairtayeva@mail.ru

Kalamanov Bauyrzhan Satybaldyuly, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Department of «Metallurgy, Mining and Oil and Gas Industry», Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: kelamanov-b@mail.ru,

Kinzhibekova Akmarał Kabidenovna, associate professor, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Akmarał70@mail.ru

Kopishev Eldar, Candidate of Chemical Sciences, docent, head of Department of «Chemistry», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010008, Republic of Kazakhstan

Kozhakhmetova Bagdat Abdurashidovna, master, lecturer, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», International Information Technologies University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

Kulakayeva Aigul Yegalievna, doctoral student, 3 year, specialty «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Satbayev University, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan, e-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

Morokina Galina Sergeevna, PhD in eng. sc, associate professor, Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, 1991062, Russian Federation, e-mail: galinasm404@mail.ru

Nikiforov Alexandr, Doctor of Technical Sciences, professor, Head of the Department «Thermal energy», Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aleke4599@mail.ru

Nogai Adolf Sergeevich, Doctor of Physics and Mathematics Sciences, professor, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: nogay06@mail.ru

Omarkhanova Dinara Zholamanovna, doctoral student, 3 year, Department of «Computer and software engineering», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: dinara.omarkhanova@mail.ru

Oralbekova Zhanar Orymbaevna, PhD, Department of «Computer and software engineering», L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: oralbekova@bk.ru

Saduakasova Gulnar Bolatovna, Department of «Electrical Engineering and Automation», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: saduakasova@mail.ru

Sakenov Baltash Kanatovich, Master of Engineering Science, Engineering and Technical Institute, Kostanay Regional University named after A. Baitursynov, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: sakenovb996@bk.ru

Sariev Otegen Rafkhatovich, Candidate of Technical Sciences, docent, Department of «Metallurgy, Mining and Oil and Gas industry», Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, 030000, Republic of Kazakhstan, e-mail: rafhatsoon@mail.ru

Sarinova Asiya Zhumabayevna, Doctor of Technical Sciences, associate professor, Department of «Electrical engineering and automation», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: assiya_prog@mail.ru

Satymgaliyeva Moldir Birzhanovna, student 3rd year, specialty «5B071700 – Heat Power Engineering», Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: m.satymgaliyeva@aues.kz

Serikov Tansaule Gabdymnapovich, PhD, senior lecturer, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tansaule_s@mail.ru

Shadkhin Yuri Isaevich, senior lecturer, Department of «EMED» Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: Yshadkhin@mail.ru

Shavdinova Madina, doctoral student, 3rd year, specialty «Heat Power Engineering», Institute of Heat Power Engineering and Control Systems, Almaty University of Power Engineering and Communications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan, e-mail: shavdinova@dku.kz

Shinykulova Anel Barlybekovna, doctoral student, Kazakh University Ways of Communications, Almaty, 050063, Republic of Kazakhstan, e-mail: Sh.anel14@mail.ru

Shokeev Alisher Balgauly, undergraduate student, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: a.shokeev@gqe.kz

Suleimenov Ibragim Esenovich, professor, Doctor of Chemistry, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NIA RK, Institute of Media Technologies, Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, Republic of Crimea, Russian Federation

Suleimenov Marat, Doctor of Chemical Sciences, professor, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: hiht_2007@mail.ru

Talipov Oljas Manarbekovich, PhD, associate professor, Faculties of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: talipov1980@mail.ru

Temirtaev Ilyas Askarovich, undergraduate student, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ilyas.trt@yahoo.com

Temyrkanova Elvira Kadylbekovna, PhD, head of the department, Faculty of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan, e-mail: e.temyrkanova@aues.kz

Tolegenova Aray Sarsenkaliyevna, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: arai82@bk.ru

Tretyakova Tatyana Ivanovna, Master of Technical Sciences, senior teacher, Department of «Electrical Engineering and Automation», Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tretyakova_t_i@mail.ru

Tsyba Yuri Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, professor, Department of «EMED» Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tsyba.46@mail.ru

Tulebaeva Zhanar Amangeldinovna, Master of Heat and Power Engineering, senior lecturer, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tulebaeva.zhanar@mail.ru, 877858517687

Umbetov Umurbek, doctor of technical sciences, professor, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan, e-mail: uumbetov@mail.ru

Uskenbayev Daniyar Esankulovich, PhD, associate professor, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: usdan@mail.ru

Zhalmagambetova Ultuar, Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ultuara@mail.ru

Zhetpisbaeva A. T., PhD, senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010011, Republic of Kazakhstan, e-mail: aigulji@mail.ru

Zhetpisbayev Kairatbek Uristimbekovich, PhD, senior lecturer, Department of «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: 79kairatbek@mail.ru

Zvontsov Aleksey Sergeyevich, lecturer (assistant) in «Radio Engineering, Electronics and Telecommunications», Faculty of Energy and Computer Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: trigal@mail.ru

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
В НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ
(«ВЕСТНИК ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»,
«КРАЕВЕДЕНИЕ»)**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

***В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.**

***Количество соавторов одной статьи не более 5.**

***Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 %.**

***Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.**

***Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.**

***Рецензирование проводится конфиденциально («двустороннее слепое рецензирование»), автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.**

***Статьи отправлять вместе с квитанцией об оплате. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге, включая статьи магистрантов и докторантов в соавторстве с лицами с ученою степенью.**

***Оплата за статью не возвращается в случае, если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирование 1 раз.**

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **12 страниц** печатного текста. *Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Структура научной статьи включает название, аннотации, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список литературы (используемых источников) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1 МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2 DOI – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3 Фамилия, имя, отчество (полностью) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*жирным шрифтом, по центру*), **главного автора пометить символом (*)**;

4 Ученая степень, ученое звание;

5 Аффилиация (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, почтовый индекс, страна) – на казахском, русском и английском языках;

6 E-mail;

7 Название статьи должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий*);

8 Аннотация – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Даётся на казахском, русском и английском либо немецком языках (*рекомендуемый объем аннотации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

9 Ключевые слова – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются*

на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

10 Основной текст статьи излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- Введение / Кіріспе / Introduction (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- Материалы и методы (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- Результаты и обсуждение (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- Информацию о финансировании (при наличии) (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- Выводы / Қорытынды / Conclusion (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- Список использованных источников / Пайдаланған деректер тізімі / References (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет

ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. *Объем не менее 10 не более чем 20 наименований* (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). В случае наличия в списке использованных источников работ, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированный (транслитерация латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом:

автор(-ы) (транслитерация) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо рускоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

11 Иллюстрации, перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номер телефона для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

Информация для авторов

Для статей, публикуемых в Научном журнале Торайғыров университет. Химико-биологическая серия, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензензирование 1 раз. За содержание статьи несет ответственность Автор.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально)

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 10 февраля;
- второй квартал до 10 мая;
- третий квартал до 10 августа;
- четвертый квартал до 10 ноября.

Статьи отправлять вместе с квитанцией об оплате. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге, включая статьи магистрантов и докторантов в соавторстве с лицами с ученой степенью.

Статью (электронную версию, и квитанции об оплате) следует направлять на сайт: www.vestnik-energy.tou.edu.kz. Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,

HAO «Торайғыров университет»,

Издательство «Toraighyrov University», каб. 137.

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

E-mail: kereku@tou.edu.kz

Наши реквизиты:

HAO «Торайғыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	HAO «Торайғыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	Приложение kaspi.kz Платежи – Образование –Оплата за ВУЗы –Заполняете все графы (в графе Факультет укажите «За публикацию в научном журнале, название журнала и серии»)
АО «Jýsan Bank» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSESKZK A Кб6 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKKZKX Кб6 16 Код 16 КНП 861	

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxxx

***С. К. Антикеева**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала**Материалы и методы**

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала**Результаты и обсуждение**

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала**Выводы**

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала**Список использованных источников**

1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование: сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.

2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике: монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК ПК, 2001. – 152 с.

3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.

4 **Штольф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.

5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.

6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.

7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.

8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.

9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.

10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайғырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovaniye : suschnost, effectivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.

2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.

3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ecologicheskому obrazovaniu i vospitaniju (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.

4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznaniii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.

5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p. c.

6 **Dahin, A. N.** Modelirovaniye kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovaniye v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – P. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovaniye : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertation na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300-Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

C. K. Антикеева

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТАРЫРДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы түлгалиқ және көсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің түлгалиқ және көсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері көлтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзіреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзіреттілікке, түлгага бағытталған және практикага бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзіреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары корсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және көсіби құзіреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық болімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр мамандың жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «көсіби әлеуметтік қызметкерлердің үлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашилудың білдіреді. Бұл модель

әлеуметтік қызметкерлердің жеке және көсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын коруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeyeva

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
<p>Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antickeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00</p>	<p>Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология» НАО «Торайғыров университет», Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antickeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00</p>	<p>Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology» «Toraihyrov University» NCJSC, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antickeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00</p>

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ
«ВЕСТНИК ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА»,
«КРАЕВЕДЕНИЕ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»**

Редакционная коллегия журналов «Вестник Торайғыров университет», «Краеведение» и «Наука и техника Казахстана» в своей работе придерживается международных стандартов по этике научных публикаций и учитывает информационные сайты ведущих международных журналов.

Редакционная коллегия журнала, а также лица, участвующие в издательском процессе в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (использование недостоверных сведений, изготовление данных, плагиат и др.), обеспечения общественного признания научных достижений обязаны соблюдать этические нормы и стандарты, принятые международным сообществом и предпринимать все разумные меры для предотвращения таких нарушений.

Редакционная коллегия ни в коем случае не поощряет неправомерное поведение (плагиат, манипуляция, фальсификация) и приложит все силы для предотвращения наступления подобных случаев. В случае, если редакционной коллегии станет известно о любых неправомерных действиях в отношении опубликованной статьи в журнале или в случае отрицательного результата экспертизы редколлегий статья отклоняется от публикации.

Редакционная коллегия не должна раскрывать информацию о принятых к опубликованию рукописей третьим лицам, не являющимся рецензентами, потенциальными рецензентами, членами редакционной коллегии, работниками типографии. Неопубликованные данные, полученные из рукописей, не должны использоваться в личных исследовательских целях без письменного разрешения автора.

Ответственность экспертов (рецензентов)

Рецензенты должны давать объективные суждения и указывать на соответствующие опубликованные работы, которые еще не цитируются. К рецензируемым статьям следует обращаться конфиденциально. Рецензенты будут выбраны таким образом, чтобы не было конфликта интересов в отношении исследования, авторов и / или спонсоров исследования.

Ответственность авторов

Ответственность за содержание работы несет автор. Авторы обязаны вносить исправления, пояснения, опровержения и извинения, если такие имеются.

Автор не должен представлять статью, идентичную ранее опубликованной в другом журнале. В частности, не принимаются переводы на английский либо немецкий язык статей, уже опубликованных на другом языке.

В случае обнаружения в рукописи статьи существенных ошибок автор должен сообщить об этом редактору раздела до момента подписи в печать оригинал-макета номера журнала. В противном случае автор должен за свой счет исправить все критические замечания.

Направляя статью в журнал, автор осознаёт указанную степень персональной ответственности, что отражается в письменном обращении в редакционную коллегию Журнала.

Теруге 12.06.2021 ж. жіберілді. Басуға 24.06.2021 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа
6,28 Mb RAM

Шартты баспа табағы 15,2. Тарапалмы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Р. Омарова
Корректор: А. Р. Омарова
Тапсырыс № 3792

Сдано в набор 12.06.2021 г. Подписано в печать 24.06.2021 г.

Электронное издание
6,28 Mb RAM

Усл. печ. л. 15,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Р. Омарова
Корректор: А. Р. Омарова
Заказ № 3792

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов қ., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов қ., 64, 137 каб.
8 (7182) 67-36-69
E-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik-energy.tou.edu.kz