



Ilmiy-texnik jurnal  
2010-yilda tashkil  
etilgan

**2024/2(54)-son**

2011-yil mart oyidan boshlab  
chiqarilgan

**Muassis:**

**Qarshi muhandislik-  
iqtisodiyot instituti.**

**TAHRIRIYAT HAY'ATI:**

Bosh muharrir:

BAZAROV O.Sh.

Bosh muharrir o'rinbosari:

t.f.d., prof. Uzoqov G'.N.

Mas'ul kotib:

t.f.n. Raxmatov M.I.

**Tahrir kengashi a'zolari:**

Abduraxmonov Q.X., i.f.d., prof.,  
O'ZR FA akademigi  
Zoxidov R.A., t.f.d., prof.,  
O'ZR FA akademigi  
Igamberdiyev X.Z., t.f.d., prof.,  
O'ZR FA akademigi  
Sednin V.A., t.f.d., prof. (Belorussiya)  
Aldoshin N.V., t.f.d., prof. (Rossiya)  
Xanov N.V., t.f.d., prof. Rossiya  
Manoxina A.A., q.x.f.d., prof. Rossiya  
Gibadullin A.A., t.f.n., dots. (Rossiya)  
Abdelxamid M.A., t.f.n., (Misr Arab  
Respublikasi)  
Sidorov V.A., i.f.d., prof., (Rossiya)  
Nabiyev S.M., b.f.d., prof.  
Agzamov A.H., t.f.d., prof.  
Umurzakov R.A., g.m.f.d., prof.  
Bakiyev M.R., t.f.d., prof.  
Bobomirzayev P.X., q.x.f.d., prof.  
Maxsumov A.G'., t.f.d., prof.  
Maxmudov M.J., t.f.d., prof.  
Jonqobilov U.U., t.f.d., prof.  
Mamatov F.M., t.f.d., prof.  
Urishev B.U., t.f.d., prof.  
Aliqulov S.R., t.f.d., prof.  
Avlakulov M., t.f.d., prof.  
Eshev S.S., t.f.d., prof.  
Ermatov N.X., t.f.d., prof.

**MUNDARIJA**

<b>GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI</b>	
<b>Umurzakov R.A., Dononov J.U.</b> Janubi-G'arbiy Hisorning rutbali neotektonik xaritalari	7
<b>Rustamov M.M.</b> Shimoliy O'rtabuloq konining sulfat tiklanuvchi bakteriyalar koloniyalari bilan zararlanish darajasi tahlili	15
<b>Asadova H.B., Sharopov A.A., Sultonov N.N.</b> Kam oltingugurtli konlardan qoldiq gaz zaxiralarini qazib olishni jadallashtirish xususiyatlari	22
<b>TEXNIKA FANLARI</b>	
<b>Abduraxmanova N.K., Toshmamatov B.M.</b> "Sho'rtan gaz kimyo majmuasi" korxonasi oqova suvlarining issiqligini utilizatsiya qilish samaradorligi	29
<b>Uzoqov G'.N., Elmurodov N.S.</b> Bug' kompressorli issiqlik nasosining issiqlik-energetik parametrlarini tadqiq qilish	37
<b>Rasulmuxamedov M.M., Tashmetov K.Sh., Tashmetov T.Sh.</b> Qaror daraxti yordamida avtomashina oqimini bashorat qilish	46
<b>Uzoqov G'.N., Abduraxmanova N.K., Toshmamatov B.M.</b> Sho'rtan gaz kimyo majmuasida ikkilamchi issiqlik energiya resurslari potensialini hisoblash metodikasi	54
<b>Norboyev A.E.</b> Elektr yuritmalarni chastota o'zgartirgichlar yordamida ishga tushirish orqali energiya samaradorligi va ishonchlilikini oshirish	61
<b>Xazratov A.N., Rahmatov M.I.</b> Grunt o'zanli kanallarni gidravlik hisoblash masalalari	68
<b>Avlakulov A.M., Babajanova I.Y., Babajanov Y.T.</b> Gorizontal quvurlardagi qatlamli gaz-suyuqlik arlashmasi oqimi	77
<b>Zaripova Sh.O.</b> Dinamik boshqaruv obyektlarini zamonaviy modellashlashda adaptiv filtrlarning qo'llanilishi	82
<b>Abdullayev E.S.</b> So'rovlariga xizmat ko'rsatishda veb serverlarning samaradorligini aniqlash	88
<b>Komilov A.G'., Asanova S.K.</b> Fotoelektrik tizimlarda energiyani boshqarish va saqlash: zamonaviy tadqiqotlar va ishlanmalar sharhi	97
<b>Safarov A.B., Raxmatov O.I.</b> Quyosh fotopanellarining samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillarni tadqiq qilish	107
<b>Davlonov X.A., Hatamov I.A.</b> Biomassadan muqobil yoqilg'i olishning zamonaviy holati tahlili	113

Ergashev R.X., i.f.d., prof.  
Axmedov A.N., t.f.d., prof.  
Shodiyev A.N., t.f.d., dots.  
Eshqobilov O.X., t.f.d., dots.  
Cho‘yanov D.Sh., t.f.d., prof.  
Raximov O.D., t.f.n., prof.  
Mallayev A.R., t.f.n., dots.  
Lutfullayev S.Sh., t.f.n., dots.  
Yarboboyev T.N., t.f.n., dots.  
Chorshanbiyev N.E., b.f.f.d., dots.  
Xazratov A.N., t.f.f.d., dots.  
Panjiyev S.A, p.f.f.d., dots.  
Mamatov S.F., i.f.n., dots.  
Rajabov U.M., t.f.f.d.

Tahririyat:  
Texnik muharrir: Tog‘ayev I.Y.  
Musahhihlar:  
Raxmanova Y.Q., Xoliyorov B.H.

Tahliliy guruh:  
Mamatov F.M., Ergashev R.X.,  
Uzoqov G‘.N., Ermatov N.X.  
Manzil:  
180100. Qarshi shahri.  
Mustaqillik ko‘chasi, 225  
Telefon: 75 221 09 23  
+998 93 421 70 76

Sayt: <https://ojs.qmii.uz/index.php/it>  
E-mail: [innotex@qmii.uz](mailto:innotex@qmii.uz)

“Научная электронная библиотека”  
MChJ bilan 15.06.2023-yilda  
SIO-7755/2023-sonli litsenzion  
shartnoma tuzilgan

Jurnal Qashqadaryo viloyati matbuot  
va axborot boshqarmasi tomonidan  
2010-yil 4-oktabrda davlat ro‘yxatiga  
olingan va 14-063 raqamli guvohnoma  
berilgan.

Nashr indeksi - 4074  
ISSN 2181-4732  
E-ISSN 2181-4015  
54-sonli nashr.

Terishga topshirilgan sana  
24.06.2024-y.

Nashrga ruxsat berilgan sana  
27.06.2024-y.

Chop etilgan sana 02.07.2024-y.  
Bichimi 60x84 1/8. Times garnituras.  
Shartli bosma tabog‘i 7,56. Nashr  
bosma tabog‘i 7,50. Adadi 100.  
Buyurtma №96

QarMII “INTELLEKT” MIU  
nashriyotida chop etildi. Qarshi shahri,  
Mustaqillik ko‘chasi, 225.

<b>Xamrayev S.I., Ibragimov U.X.</b> Yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining matematik modellari tahlili	120
<b>IQTISODIYOT FANLARI</b>	
<b>Ergashev R.X.</b> Meva-sabzavotchilik mahsulotlari kooperatsiyasi va uning samaradorligini oshirish yo‘llari	128
<b>Xo‘jaqulov O‘R.</b> Davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashning mazmun-mohiyati	136
<b>Ergasheva N.R.</b> Outsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta‘lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash tahlili	143

“Innovatsion texnologiyalar” jurnali O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosati qarori bilan quyidagi fanlar bo‘yicha doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan:

**04.00.00 - GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI**

**05.00.00 - TEXNIKA FANLARI**

**06.00.00 - QISHLOQ XO‘JALIGI FANLARI**

**08.00.00 - IQTISODIYOT FANLARI**

“Innovatsion texnologiyalar” jurnali 2023-yilda eLIBRARY.RU integrallashgan ilmiy axborot portali tarkibidagi РИИЦ xalqaro ma‘lumotlar bazasiga kiritilgan.

**Jurnal uch oyda bir marta chop etiladi**



ISSN 2181-4732

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал  
основан  
в 2010 году

Том 54,  
номер 2, 2024

Научный журнал  
издается с марта 2011 года

Учредитель:  
Каршинский инженерно-  
экономический институт

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Главный редактор:  
БАЗАРОВ О.Ш.  
Заместитель главного редактора:  
д.т.н., проф. Узоков Г.Н.  
Ответственный секретарь:  
к.т.н. Рахматов М.И.

**Члены редколлегии:**

Абдурахманов К.Х., д.э.н., проф.,  
академик АН РУз,  
Зохидов Р.А., д.т.н., проф.,  
академик АН РУз,  
Игамбердиев Х.З., д.т.н., проф.,  
академик АН РУз,  
Седнин В.А., д.т.н., проф. (Беларусь)  
Алдошин Н.В., д.т.н., проф. (Россия)  
Ханов Н.В., д.т.н., проф. (Россия)  
Манохина А.А., д.с.х.н, проф.  
(Россия)  
Гибадуллин А.А., к.т.н., доц.  
(Россия)  
Абдельхамид М.А., к.т.н. (Арабская  
Республика Египет)  
Сидоров В.А., д.э.н., проф. (Россия)  
Набиев С.М., д.б.н., проф.  
Агзамов А.Х., д.т.н., проф.  
Умурзаков Р.А., д.г.м.н., проф.  
Бакиев М.Р., д.т.н., проф.  
Бобомирзаев П.Х., д.с.-х.н, проф.  
Махсумов А.Г., д.с.-х.н, проф.  
Махмудов М.Ю., д.т.н., проф.  
Жонкбиллов У.У., д.т.н., проф.  
Маматов Ф.М., д.т.н., проф.  
Уришев Б.Ю., д.т.н., проф.  
Аликулов С.Р., д.т.н., проф.  
Авлакулов М., д.т.н., проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Умурзаков Р.А., Дононов Ж.У. Ранговые карты неотектоники Юго-Западного Гиссара	7
Рустамов М.М. Анализ степени заражения промысловых сред месторождения Северный Уртабулак колониями сульфатовосстанавливающих бактерий	15
Асадова Х.Б., Шаропов А.А., Султонов Н.Н. Особенности интенсификации извлечения остаточных запасов газа из малосернистых месторождений	22

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдурахманова Н.К., Ташмаматов Б.М. Эффективность утилизации тепла сточных вод Шуртанского газохимического комплекса	29
Узоков Г.Н., Эльмуродов Н.С. Исследование теплоэнергетических параметров парокompрессионного теплового насоса	37
Расулмухамедов М.М., Ташметов К.Ш., Ташметов Т.Ш. Прогнозирование движения автотранспорта с помощью дерева решений	46
Узоков Г.Н., Абдурахманова Н.К., Ташмаматов Б.М. Методика расчета потенциала вторичных тепловых энергетических ресурсов Шуртанского газохимического комплекса	54
Норбоев А.Э. Повышение энергоэффективности и надежности за счет работы электроприводов через преобразователи частоты	61
Хазратов А.Н., Рахматов М.И. Вопросы гидравлического расчета земляных каналов	68
Авлакулов А.М., Бабажанова И.Ю., Бабажанов Ю.Т. Расслоенное течение газожидкостной смеси в горизонтальных трубах	77
Зарипова Ш.О. Применение адаптивных фильтров при современном моделировании динамических объектов управления	82
Абдуллаев Э.С. Определение эффективности веб-серверов при обслуживании запросов	88
Комилов А.Г., Асанова С.К. Управление энергией и хранение в фотоэлектрических системах: обзор современных исследований и разработок	97

Эшев С.С., д.т.н., проф.  
 Эрматов Н.Х., д.т.н., проф.  
 Эргашев Р.Х., д.э.н., проф.  
 Ахмедов А.Н., д.т.н., проф.  
 Шодиев А.Н., д.т.н., доц.  
 Эшкobilов О.Х., д.т.н., доц.  
 Чуянов Д.Ш., д.т.н., проф.  
 Рахимов О.Д., к.т.н., проф.  
 Лутфуллаев С.Ш., к.т.н., доц.  
 Ярбобоев Т.Н., к.т.н., проф.  
 Чоршанбиев Н.Э., д.ф.б.н., доц.  
 Хазратов А.Н., д.ф.т.н., доц.  
 Панджиев С.А., д.ф.п.н., доц.  
 Маматов С.Ф., д.ф.э.н., доц.  
 Раджабов У.М., д.ф.т.н.

Технический редактор: Тогаев И.Ю.

Аналитическая группа:  
 Маматов Ф.М., Эргашев Р.Х.,  
 Узоков Г.Н., Эрматов Н.Х.  
 Адрес:  
 180100, город Карши,  
 улица Мустакиллик, 225  
 Телефон: 75 221 09 23  
 +998 93 421 70 76

Сайт: <https://ojs.qmii.uz/index.php/it>  
 E-mail: [innotex@qmii.uz](mailto:innotex@qmii.uz)

Заключен лицензионный договор с  
 ООО «Научная электронная  
 библиотека» № СИО-7755/2023  
 от 15.06.2023 года

Журнал зарегистрирован  
 управлением печати и информации  
 Кашкадарьинской области 4 октября  
 2010 года и выдано свидетельство  
 № 14-063.

Индекс публикации - 4074  
 ISSN 2181-4732  
 Э-ISSN 2181-4015  
 Выпуск 53.

Сдано в набор – 24.06.2024.  
 Подписано в печать – 27.06.2024.  
 Дата публикации: 02.07.2024.  
 Формат 60x84 1/8. Время  
 установлено. Условный печатный  
 лист 7.56. Печатный лист 7.50.  
 Тираж 100. Заказ № 96.

Напечатано в издательстве  
 «ИНТЕЛЛЕКТ» КИЭИ, г.Карши,  
 улица Мустакиллик, 225

<b>Сафаров А.Б., Рахматов О.И.</b> Исследование факторов, влияющих на эффективность солнечных фотопанелей	107
<b>Давлонов Х.А., Хатамов И.А.</b> Анализ современного состояния альтернативного топлива из биомассы	113
<b>Хамраев С.И., Ибрагимов У.Х.</b> Анализ математических моделей подземных теплообменных устройств	120
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<b>Эргашев Р.Х.</b> Кооперация плодоовощной продукции и пути повышения ее эффективности	128
<b>Хужакулов У.Р.</b> Содержание оценки человеческих ресурсов в органах государственного управления	136
<b>Эргашева Н.Р.</b> Анализ риска, эффективность и оценка качества использования аутсорсинговых услуг в дошкольных образовательных организациях	143

Решением Совета ВАК Республики Узбекистан журнал «Инновационные технологии» включен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных научных результатов докторских диссертаций по следующим отраслям науки:

*04.00.00 - ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ*

*05.00.00 - ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ*

*06.00.00 - СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ*

*08.00.00 - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ*

Журнал «Инновационные технологии» в 2023 году включен в базу данных РИНЦ интегрированного научного информационного портала eLIBRARY.RU

Журнал выходит каждые три месяца



# INNOVATIVE TECHNOLOGIES

ISSN 2181-4732

Scientific Journal was  
founded  
in 2010

**Volume 54,  
Number 2, 2024**

Scientific journal was  
published since March 2011

Founder:  
Karshi engineering-economics institute

**EDITORIAL BOARD:**

Editor in Chief:  
BAZAROV O.SH.  
Deputy Chief Editor:  
Doctor of technical sciences, professor  
Uzokov G.N.  
Executive secretary:  
Candidate of Technical Sciences  
Rakhmatov M.I

**Members of the editorial board:**

Abdurakhmanov K.Kh., DSc,  
Prof., Academician of the Academy of  
Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Zokhidov R.A., DSc, Prof.,  
Academician of the Academy of Sciences of  
the Republic of Uzbekistan,  
Igamberdiev Kh.Z., DSc, Prof.,  
Academician of the Academy of Sciences of  
the Republic of Uzbekistan,  
Sednin V.A., DSc, Prof. (Belarus)  
Aldoshin N.V., DSc, Prof. (Russia)  
Khanov N.V., DSc, Prof. (Russia)  
Manokhina A.A., DSc, Prof. (Russia)  
Gibadullin A.A., Ph.D., Associate Professor  
(Russia)  
Abdelhamid M.A., Ph.D. (Arab Republic of  
Egypt)  
Sidorov V.A., DSc, Prof. (Russia)  
Nabiev S.M., DSc, Prof.  
Agzamov A.Kh., DSc, Prof.  
Umurzakov R.A., DSc, Prof.  
Bakiev M.R., DSc, Prof.  
Bobomirzaev P.Kh., DSc, Prof.  
Makhsumov A.G., DSc, Prof.  
Makhmudov M.Yu., DSc, Prof.  
Zhonkobilov U.U., DSc, Prof.  
Mamatov F.M., DSc, Prof.  
Urishev B.Yu., DSc, Prof.  
Alikulov S.R., DSc, Prof.

**CONTENTS**

**GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES**

<b>Umurzakov, R.A., Dononov, J.U.</b> Neotectonic rank maps of South-West Hissar	7
<b>Rustamov, M.M.</b> Analysis of the damage degree with sulphate-repoding bacteria colonies of the north Urtabulok mine	15
<b>Asadova, Kh.B., Sharopov, A.A., Sultonov, N.N.</b> Intensifying characteristics of the extraction of residual gas reserves from low-sulfur deposits	22
<b>TECHNICAL SCIENCES</b>	
<b>Abdurakhmanova, N.K., Tashmamatov, B.M.</b> Efficiency of heat utilization of wastewater of "Shurtan gas-chemical complex" enterprise	29
<b>Uzokov, G.N., Elmurodov, N.S.</b> Study of heat and energy parameters of a vapor-compression heat pump	37
<b>Rasulmukhamedov, M.M., Tashmetov, K.Sh., Tashmetov, T.Sh.</b> Prediction of vehicle flow using decision tree	46
<b>Uzokov, G.N., Abdurakhmanova, N.K., Tashmamatov, B.M.</b> Methodology for calculating the potential of secondary heat energy resources in the Shortan gas-chemical complex	54
<b>Norboev, A.E.</b> Increasing energy efficiency and reliability by operation of electric drives through frequency converters	61
<b>Khazratov, A.N., Rakhmatov, M.I.</b> Problems of hydraulic calculation of earthen channels	68
<b>Avlakulov, A.M., Babajanova, I.Y., Babajanov, Y.T.</b> Stratified flow of gas-liquid mixture in horizontal pipes	77
<b>Zaripova, Sh.O.</b> Application of adaptive filters in modern simulation of dynamic control objects	82
<b>Abdullayev, E.S.</b> Determine web server efficiency in servicing requests	88
<b>Komilov, A.G., Asanova, S.K.</b> Energy management and storage in photovoltaic systems: a review of current research and developments	97
<b>Safarov, A.B., Rakhmatov, O.I.</b> Research on factors affecting the efficiency of solar photopanel	107
<b>Davlonov, Kh.A., Hatamov, I.A.</b> Analysis of the current state of alternative fuel from biomass	113
<b>Khamrayev, S.I., Ibragimov, U.Kh.</b> Analysis of mathematical models of underground heat exchange devices	120



Avlakulov M., DSc, Prof.  
 Eshev S.S., DSc, Prof.  
 Ermatov N.Kh., DSc, Prof.  
 Ergashev R.Kh., DSc, Prof.  
 Akhmedov A.N., DSc, Prof.  
 Shodiev A.N., DSc, Associate Professor.  
 Eshkobilov O.Kh., DSc, Associate Professor.  
 Chuyanov D.Sh., DSc, Prof.  
 Rakhimov O.D., Ph.D., prof.  
 Lutfullaev S.Sh., Ph.D., Associate Professor.  
 Yarboboev T.N., Ph.D., prof.  
 Chorshanbiev N.E., PhD, Associate Professor  
 Khazratov A.N., PhD, Associate Professor  
 Panjiev S.A., PhD, Associate Professor  
 Mamatov S.F., PhD, Associate Professor  
 Radjabov U.M., PhD

Technical editor: Togaev I.Yu.

Analytical group:  
 Mamatov F.M., Ergashev R.Kh.,  
 Uzokov G.N., Ermatov N.Kh.

Address:  
 180100, Karshi city,  
 Mustakillik street, 225  
 Telephone: 75 221 09 23  
 +998 93 421 70 76

Website: <https://ojs.qmii.uz/index.php/it>  
 E-mail: [innotex@qmii.uz](mailto:innotex@qmii.uz)

A license agreement was concluded with  
 Scientific Electronic Library LLC No. SIO-  
 7755/2023  
 from 06/15/2023

The journal was registered by the press and  
 information department of Kashkadarya  
 region on October 4, 2010 and a certificate  
 was issued  
 No. 14-063.

Publication index - 4074  
 ISSN 2181-4732  
 E-ISSN 2181-4015  
 Issue 53.

Delivered for set – 24/06/2024.  
 Signed for printing – 27/06/2024.  
 Publication date: 02/07/2024.

Format 60x84 1/8. The time has been set.  
 Conditional printed sheet 7.56. Printed sheet  
 7.50. Circulation 100. Order No. 96.

Published in the publishing house  
 "INTELLECT" KIEI, Karshi,  
 Mustakillik street, 225

## ECONOMIC SCIENCES

<b>Ergashev, R.Kh.</b> Cooperation of fruit and vegetable products and ways to improve its efficiency	128
<b>Khujakulov, U.R.</b> The content-essence of human resources assessment in public administrative bodies	136
<b>Ergasheva, N.R.</b> Analysis of risk, effectiveness and quality assessment of the use of outsourcing services in preschool educational organizations	143

By the decision of the Council of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, the journal "Innovative Technologies" is included in the list of scientific publications recommended for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations in the following fields of science:

*04.00.00 - GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES*

*05.00.00 - TECHNICAL SCIENCES*

*06.00.00 - AGRICULTURAL SCIENCES*

*08.00.00 - ECONOMIC SCIENCES*

In 2023, the journal "Innovative Technologies" is included in the RSCI database of the integrated scientific information portal eLIBRARY.RU

The journal is published every three months

## GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI / GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

UDK 551.2/.3+550.8

### JANUBI-G‘ARBIY HISORNING RUTBALI NEOTEKTONIK XARITALARI

**Umurzakov Raximjan Abdurazakovich<sup>1</sup>** – geologiya-mineralogiya fanlari doktori, professor,  
ORCID: 0000-0002-6460-1089, E-mail: [umrah@mail.ru](mailto:umrah@mail.ru)

**Dononov Jasur Ural o‘g‘li<sup>2</sup>** - geologiya-mineralogiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori( PhD)  
ORCID: 0009-0007-7631-4769, E-mail: [jasurdononov@mail.ru](mailto:jasurdononov@mail.ru)

<sup>1</sup>Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent sh, O‘zbekiston

<sup>2</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh, O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Maqolada Janubi-G‘arbiy Hisor regionining rutbali tahlil usullari asosida tuzilgan neotektonik xaritalari ta’rifi berilgan. Barcha avvalgi tektonik xaritalar turli darajadagi omillar ta’siriga hosil bo‘lgan elementlarining yig‘indisi, bir birini ustiga tushib interferension shaklga ega bo‘lgani tufayli xatoliklarga olib kelishi qayd etilgan va rutbali tahlil asosida tuzilishi maqsadga muvofiq deb qayd etilgan.*

*Janubi-G‘arbiy Hisor hududida neotektonik xaritalarni tuzishda ilk bor yangi rutbali tahlil metodologiyasi asosida ishlab chiqilgan usullar qo‘llanilgan.*

*Janubi-G‘arbiy Hisor uchun uchta rutbada neotektonik xaritalar tuzilgan va ularning ta’rifi keltirilgan.*

*Janubi-G‘arbiy Hisor bo‘yicha avvalgi ma’lumotlarni hisobga olgan holda zamonaviy texnologiyalar yordamida umumlashtirilgan neotektonik xarita tuzildi, va rutbali yondashuv asosida uchta rutbaga ajratildi.*

***Kalit so‘zlar:** neotektonika, tektdodinamik sistema, tizimli yondashuv, rutbali tahlil, strukturaviy xaritalar, Janubi-G‘arbiy Hisor.*

УДК 551.2/.3+550.8

### РАНГОВЫЕ КАРТЫ НЕОТЕКТОНИКИ ЮГО-ЗАПАДНОГО ГИССАРА

**Умурзаков Рахимжан Абдуразакович<sup>1</sup>** – доктор геолого-минералогических наук,  
профессор

**Дононов Жасур Урал угли<sup>2</sup>** - доктор философии по геолого-минералогическим  
наукам (PhD)

<sup>1</sup>Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,  
г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В статье приводится описание неотектонических карт Юго-Западного Гиссара, построенных на основе методов рангового анализа. Отмечено, что все предыдущие тектонические карты представляют собой интерференционную картину наложения элементов, образованных в результате действия различных факторов и их использование приводит к ошибочным результатам.*

*Методы, разработанные на основе новой методологии рангового анализа, впервые были использованы при создании неотектонических карт Юго-Западного Гиссарского района.*

*Для Юго-Западного Гиссара получены и описаны особенности неотектонических карт трёх рангов.*

*С учетом предыдущих сведений по Юго-Западному Гиссару с помощью современных технологий была создана обобщенная неотектоническая карта, которая на основе рангового подхода была разделена на три ранга.*

**Ключевые слова:** неотектоника, тектодинамическая система, системный подход, ранговый анализ, структурные карты, Юго-Западный Гиссар.

UDC 551.2/.3+550.8

## NEOTECTONIC RANK MAPS OF SOUTH-WEST HISSAR

**Umurzakov, Rakhimjan Abdurazakovich<sup>1</sup>** - Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor

**Dononov, Jasur Ural ugli<sup>2</sup>** - Doctor of Philosophy in Geology and Mineralogy Sciences (PhD)

<sup>1</sup>Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent city, Uzbekistan

<sup>2</sup>Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The article describes the neotectonic maps of Southwest Gissar based on rank analysis methods. It is noted that all previous tectonic maps represent an interference pattern of overlapping elements formed as a result of various factors and their use leads to erroneous results.*

*The methods developed on the basis of the new rank analysis methodology were used for the first time in the creation of neotectonic maps in South-Western Hisar region.*

*Features of neotectonic maps of three ranks were obtained and described for Southwestern Gissar.*

*Taking into account previous information on South-West Hisar, a generalized neotectonic map was created with the help of modern technologies, and it was divided into three ranks based on the rank approach.*

**Keywords:** *neotectonics, tectodynamic system, systems approach, rank analysis, structural maps, South-West Gissar.*

### Kirish

Hozirgi kungacha ko‘pchilik geologlarimiz tomonidan “tektonik xarita” yoki “tektonik rayonlashtirish xaritasi” deb turli geologik vazifalarni hal etish uchun ishlatilib kelingan xaritalar, yoki ularning kompleksi - aslida turli omillar ta‘siridan vujudga kelgan tektonik elementlar majmuasini tashkil etadi, yoki izochiziqlar bilan belgilangan turli darajadagi tektonik harakatlarning bir birini ustiga tushgan, qo‘shma (interferension) shaklda namoyon bo‘ladi. Bularni shu ko‘rinishda boshqa ko‘rsatkichlar bilan taqqoslash yoki ular asosida biror bir jarayon xususiyatlarini o‘rganish – xatoliklarga olib kelishi mumkin. Murakkab geologik jarayonlarni o‘rganishda nazariy geologiya asoslarini rivojlantiruvchi olimlar tomonidan tizimli yondashuvni qo‘llash tavsiya etilgan [1]. Tizimli yondashuv to‘g‘risida ko‘plab adabiyotlar mavjud va u, yoki bu jarayonlarni o‘rganishda qo‘llanilib ham kelinmoqda [2]. Ammo, ilmiy adabiyotlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, geotektonika va geodinamika yo‘nalishi bo‘yicha tadqiqotlar yetarli emas va yangi izlanishlarni talab etadi.

Ushbu maqolada mualliflar tomonidan olib borilgan “rutbali tahlilni” neotektonik harakatlarini o‘rganishda qo‘llash tajribasi to‘g‘risida so‘z yuritiladi. “Rutbali tahlil” iborasini ilk bor prof. R.A.Umurzakov P.N.Nikolayevning “rangoviy analiz” deb nomlangan tadqiqot usulini o‘zbek tilida belgilash uchun ishlatgan [3]. Rutbali (darajalarga bo‘lib) tahlilni tektonika va geodinamikada qo‘llanilishi “tektodinamik tahlil” deb nomlangan [4].

Demak, tizimli yondashuvga asoslangan va “geotektonika va geodinamika” fan tarmog‘ining maxsus yo‘nalishi sifatida rivojlanayotgan bo‘limi - “tektodinamika” deb, uning usullar majmuasi esa “tektodinamik tahlil” deb nomlangan edi [4]. Bu tektodinamika yo‘nalishining tadqiqot obyektini



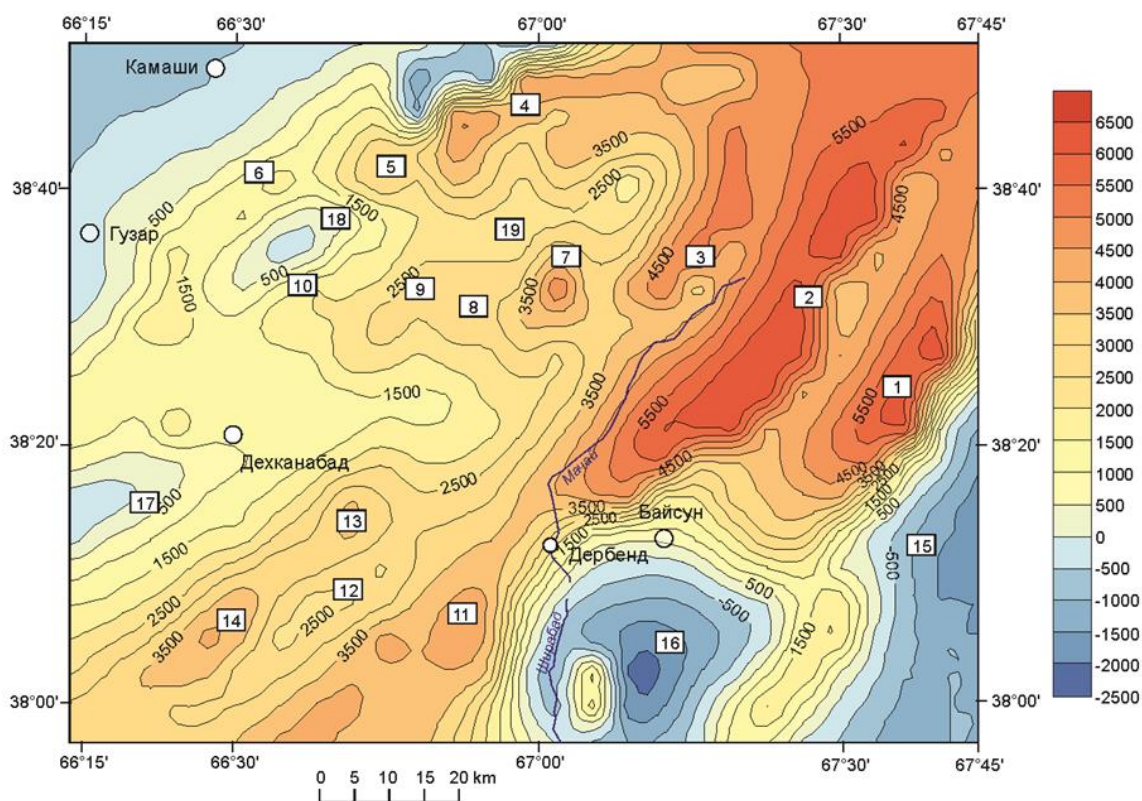
“tektodinamik sistemalar” tashkil etadi. “Tektodinamik sistema” bu ma’lum bir geologik muhitning butunlik xususiyatiga ega bo’lgan hajmidagi tektonik kuchlanish maydonlari, tektonik harakatlar va deformatsiyalarning o’zaro munosabati va bir biriga aloqadorligi bilan namoyon bo’lgan modelidir [4]. Tektonosferaning tuzilishi turli darajadagi tektodinamik sistemalarning bir biri bilan iyerarxik pog’onalari ko’rinishida, to’g’ri va teskari aloqalar bilan bog’langan rutbali model sifatida tasvirlangan.

Keyingi tadqiqotlarda tektonik xaritalar, shu jumladan tektonik rayonlashtirish xaritalari ushbu tizimli yondashuv asosida tuzilishi maqsadga muvofiq bo’ladi.

### Tadqiqot metodikasi va materiallar

Janubi-G’arbiy Hisor hududida neotektonik xaritalarni tuzishda ilk bor yangi rutbali tahlil metodologiyasi asosida ishlab chiqilgan usullar qo’llanilgan. Birinchi navbatda neotektonik xaritalarni rutbali tarkibiy qismlarga ajratish amali bajariladi.

Rutbali neotektonik harakatlar xaritalarini tuzishda avvalambor birlamchi neotektonik xaritasi sifatida olinadi. Ushbu tadqiqot bajarilish jarayonida mualliflar tomonidan barcha avvalgi ma’lumotlar umumlashirish natijasida tadqiqot rayonining harakat amplitudalari bilan belgilangan neotektonik xaritasi tuzilgan (1-rasm).



**1-rasm. Janubi-G’arbiy Hisorning neotektonik tuzilishining sxematik xaritasi**

(e’lon qilingan hamda shaxsiy dala ma’lumotlari asosida R.A.Umurzakov, J.U.Dononov tomonidan tuzilgan, 2022-y.): izochiziqlar bilan – oligotsen qatlamlari yuzasi (neogenning tandirchi qatlamlarining ostki yuzasi) bo’yicha stratoizogipsalar belgilangan, to’rtburchak ichidagi raqamlar bilan tuzilmalar nomlari keltirilgan (Yirik gorst – megantiklinallar: 1 - Surxontog’, 2 - Boysuntog’, 3 - Chakchartog’, 4 - Langar - Qorail (ayrim adabiyotlarda Eshak-maydon deb nomlangan). Antiklinallar: 5 - Langar, 6 - Omonota, 7 - Chigirtkali, 8 - Qorasirt, 9 - Gouxona, 10 - Odamtosh, 11 - Sayrob, 12 - Gujum, 13 - Jibagil, 14 - Tyubegatan. Botiqliklar (egikliklar): 15 - Surxondaryo, 16 - Boysun, 17 - Dehqonobod, 18 - Shorg’uzor. Tuzgumbazli ko’tarilmalar: 19 - Katta O’radaryo.

Ushbu xaritani dekompozitsiya usuli [4] yordamida turli rutbalarga ajratiladi. Usulning qisqacha ta’rifi quyidagicha.

Kattaligi avvalgi tadqiqotlarda aniqlangan [3] uchta “siljish oynachalari” yordamida xaritadaagi amplituda ko‘rsatkichlarining o‘rtacha qiymatlari hisoblanadi va oynacha o‘rtasiga yoziladi (2-rasm).



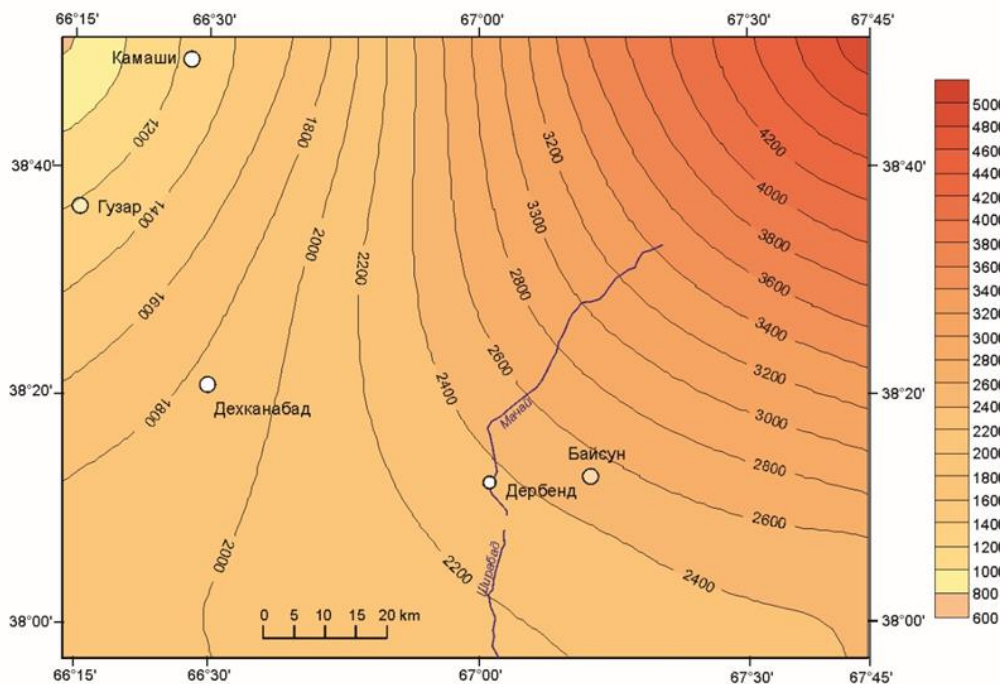
**2-rasm. “Siljish oynacha”si yordamida o‘rtacha amplitudani hisoblash usuli**  
(oynacha maydoni  $S=a \times a$ )

Hosil bo‘lgan raqamlar maydonida izochiziqlari o‘tkaziladi. Siljish oynacha kattaligi ( $a \times a$ ) aniqlangan tektodinamik sistema hajmiga mutanosib bo‘lishi kerak. Eng katta oynachada hisoblangan xaritadaagi strukturaviy shakl asosiy birinchi darajadagi tuzilmani ko‘rsatishi lozim. Ikkinchi darajadagi strukturaviy xarita ushbu birinchi darajadagi xaritadaagi amplituda qiymatlari ikkinchi kattalikda hisoblangan xaritadaagi amplitudalaridan ayriladi. Chiqqan natija asosida izochiziqda ifodalangan xarita tektonik harakatlarining ikkinchi darajali xaritasi deb qabul qilinadi. Uchinchi darajadagi xarita - uchinchi (eng kichik) kattalikdagi siljish oynachasida hisoblangan amplitudalardan ikkinchi oynacha yordamida olingan qiymatlar ayriladi. Shunday amallar asosida tuzilgan birinchi, ikkinchi uchinchi darajaga ega neotektonik harakatlari tegishli tuzilmalarning xususiyatlarini ifoda etadi. Amallar bajarilishida zamonaviy kompyuter texnologiyalar qo‘llanilishi maqsadga muvofiq. Xususan, bu ishlarni bajarishda Microsoft Excel jadvallar bilan ishlash dasturiy vositasi yordamida hisoblash ishlari bajarilgan, Microsoft Surfer dasturi yordamida izogipsalar xaritalari tuzilgan.

### **Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi**

Neotektonik harakatlar va defomatsiyalarining birinchi va ikkinchi darajali tarkibiy qismlarining tavsifi

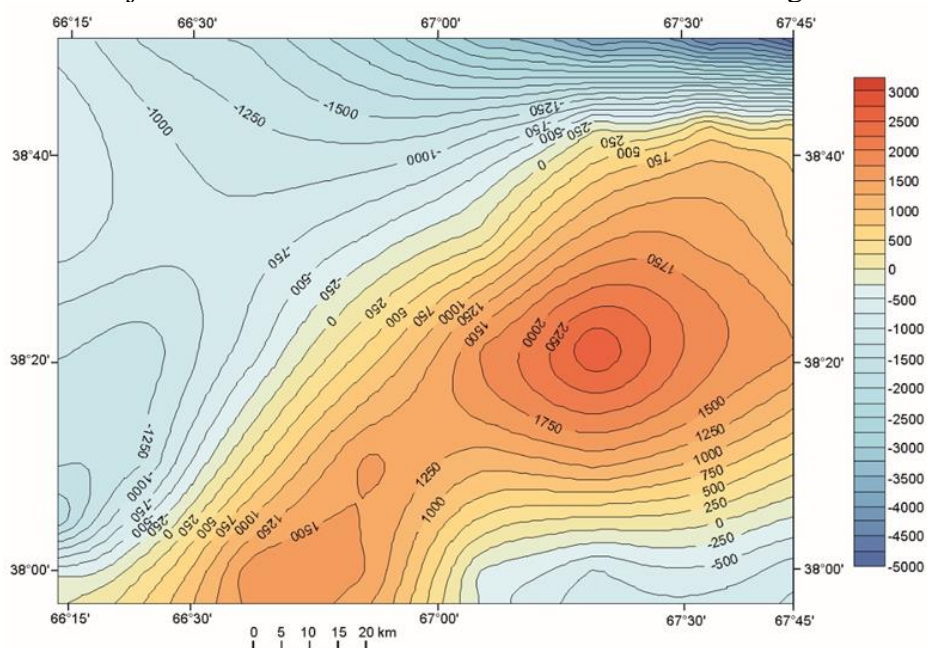
Yuqorida ta’riflangan Janubi - G‘arbiy Hisorning zamonaviy tektonik tuzilishini ifodalagan xarita (1-rasm) neotektonik harakatlarning turli darajadagi tarkibiy qismlarini ajratish uchun birlamchi material bo‘lib xizmat qildi. Birinchi rutbaga tegishli xaritani aniqlash uchun maydoncha kattaligi 1:500 000 miqyosli xaritada  $9 \times 9$  sm ( $4,5 \times 45 \text{ km}^2$ ) ni tashkil etdi. Birinchi darajali neotektonik harakatlar xaritasi 3-rasmda keltirilgan.



**3-rasm. Janubi - G'arbiy Hisorning birinchi darajali neotektonik harakatlar xaritasi**

Xaritadan ko'rinib turganidek butun hudud neotektonik davrda yuqoriga qarab harakatlangan. Maksimal amplituda shimoli-sharqiy qismida (Xodjapir tog'lari yaqinida) kuzatiladi, bu yerda maksimal amplitudasi 4600-4800 metrni tashkil qiladi. Umumlashtirilgan (barcha rutbali) harakatlari umumiy xaritasida maksimal amplituda qiymati (darajalarga parchalanmagan holatda) 5800-6000 metrni tashkil qiladi (1-rasm). Birinchi darajali harakatlarining o'zgarishi (amplituda qiymatining) – janubi-g'arbiy va shimoli-g'arbiy tomonda umumiy pasayishi kuzatiladi.

Ikkinchi rutbaga (darajaga) tegishli neotektonik harakatlar xaritasi tuzish uchun 7x7 sm (35x35 km<sup>2</sup>) maydonchada neotektonik harakat amplitudalarining o'rtacha qiymati hisoblangan. Keyin ushbu natijadan maydonchaga to'g'ri kelgan birinchi rutba harakatlarining qiymatlari ayrilgan. Boshqacha qilib aytganda ikkinchi darajani hisoblashda barcha birinchi darajali harakatlarining amplituda qiymatlari olib tashlanishi kerak. Shunday amallar asosida tuzilgan Janubi-G'arbiy Hisorning ikkinchi darajali neotektonik harakatlar xaritasi 4-rasmda keltirilgan.



**4-rasm. Janubi - G'arbiy Hisorning ikkinchi darajali neotektonik harakatlar xaritasi**

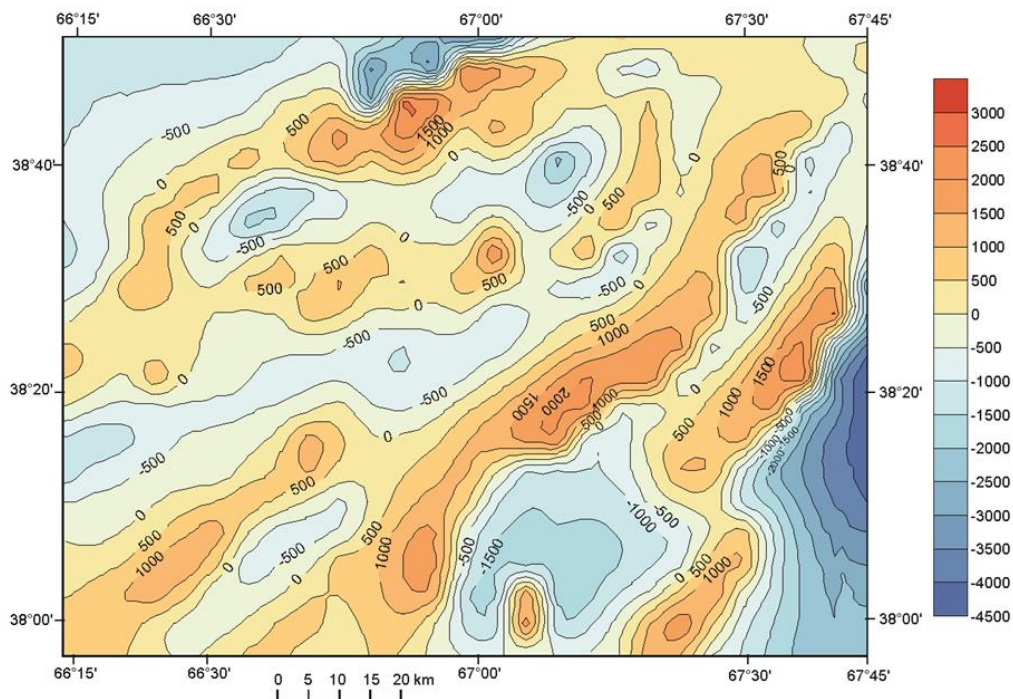


Xaritadaagi strukturaviy tuzilish shakli butunlay o'zgacha. Bunda shimoli-sharqdan janubi-g'arbga cho'zilgan yagona megantiklinal (Boysun-Kugitang) ko'tarilmasi namoyon bo'lib turibdi. Uning maksimal amplitudasi 2500 metrni tashkil etadi va Boysuntog' - Surxontog' tizmalarining tugash joyiga to'g'ri keladi. O'rganilayotgan maydonning shimoli - g'arb va janubi - sharq qismlari amplitudasi - 500 dan - 1500 metrgacha botiqlik shakliga ega.

Uchinchi darajali deformatsiyalar strukturaviy xaritasi ta'rifi

Uchinchi darajali neotektonik xaritasini tuzish uchun 1-rasmda keltirilgan izochiziqlar xaritasining neotektonik amplituda qiymatlaridan 7x7 sm (35x35 km<sup>2</sup>) kattaligidagi oynachada hisoblangan natijalarni ayirish asosida amalga oshirilgan. Bu maydon uchun hisoblangan amplituda qiymatlarida birinchi va ikkinchi rutba darajasiga tegishli qiymatlar qamragan. Shu bois ayirma natijasida uchinchi darajaga tegishli neotektonik amplituda qiymatlari xaritasi hosil bo'ladi. Bu xarita 5-rasmda keltirilgan. Xaritada lokal ko'tarilmalar va tushirmalar yaqqol tashlanib turibdi. Lokal ko'tarilmalar va tushirmalarning umumiy shimoli - sharqiy (janubi-g'arbiy) yo'nalishi mavjud bo'lib, ularning nisbiy amplitudasi 1000-1500 metrga etadi.

Janubi-G'arbiy Hisorning asosiy tuzilmalarining shakllari uchinchi darajali xaritada ifodalanganligi yaqqol ko'rinib turibdi. Bularga Surxontog', Boysun-Kugitang, Chakchartog', shimolda Langar-Karail, janubi-g'arbda Tyubegatan ko'tarilmalari namoyon bo'lgan. Boysun ko'tarilmasining maksimal cho'qqisi 2000 metrni tashkil etadi. Boysun-Kugitang va Surxontog' ko'tarilmalarining qanotlari assimetrik tuzilishi bilan ajralib turadi - janubi-sharqiy qanotlari tik nishabli, shimoli-g'arbiylari esa mayin. Ko'tarilishlarning bu tuzilishining xususiyatlari V.M.Seysler [5], Sh.U.Arslanbekov va boshqalar [6] ishlarida ham qayd etilgan.



**5-rasm. Janubi - G'arbiy Hisorning uchinchi darajali neotektonik harakat va deformatsiyalarining strukturaviy xaritasi**

Birinchi, ikkinchi va uchinchi darajali neotektonik tarkibiy qismlarining strukturaviy shakllari keskin farq qiladi. Oldingi barcha tadqiqotchilar bu hududning strukturaviy shakllanish mohiyatini tushuntirishda harakat va deformatsiyalarning umumiy bir-biriga qo'shilgan (interferensiya) shakliga tayanganlar. Shu bois, tadqiqotchilarning bu regionning neotektonik tuzilishiga oid tavsifnomalari u, yoki bu qirralarini yoritilgan xolos. Masalan, V.M.Seysler [5], S.V.Yekshibarov [7] ishlarida keltirilgan bayon ko'proq uchinchi darajali tuzilmalarga tegishli deb qayd etsa bo'ladi. Janubi -

G'arbiy Hisorning tuzilishida V.M.Seysler [5], S.V.Yekshibarov [7] G'uzor-Langar ko'tarilmalar zonasida Boysun-Kugitang zonasidan morfologik jihatdan farq qilishini ta'kidlashgan.

Boysun-Kugitang ko'tarilmalar zonasini Surxon, Boysun, Chakchar, Gaurdak-Tyubegatan antiklinallari tashkil etadi. Bularning shimoli - g'arbiy qanotlarining yotish nishabi shimoli-g'arbiga qaragan, yassiga yaqin, burchagi 15°-20°; janubi-g'arbiy qanotlarining nishobi janubi-sharqiy, burchagi 60°-70°, ayrim joylarda tik va hatto ag'darilgan.

G'uzor-Langar antiklinal ko'tarilmalar guruhini tashkil etuvchi antiklinallar kishikroq, ma'lum bir chiziqda cho'zilgan, ammo biri-biriga nisbatan surilgan (kulisa) shaklida kuzatiladi. Bular alohida antiklinal ko'tarilmalar zonasini tashkil etadi va Tog'am, Belesioynak, Omonota, Qorail, Gumbuloq, Ko'lqamish, Bobosurxon va Toshhisor antiklinal burmalardan iborat. Bu burmalarning janubi-sharqiy qanotlarining yotish nishabligi janubi-sharqqa qaragan, burchagi 15°-25° atroflarida; shimoli-g'arbiga yotgan va nishablik burchaklari 55°-65° ni tashkil etadi. Uchinchi darajadagi neotektonik xaritaga nazar solsak yuqorida berilgan ta'rifga mosligini anglasak bo'ladi.

Interferension shaklga ega bo'lgan tektonik xaritalariga tayanganlik tufayli tadqiqotchilar bir-biriga zid bo'lgan turli fikrlarni bildirishiga olib kelgan. Bu masala yetarlicha keng doirada o'rganilmagan edi. Rutbali neotektonik xarita tuzilishi bilan bunday tafovutlar yo'qolishi ayondir.

### Xulosa

1. Janubi - G'arbiy Hisor bo'yicha avvalgi ma'lumotlarni hisobga olgan holda zamonaviy texnologiyalar yordamida umumlashtirilgan neotektonik xarita tuzildi, va rutbali yondashuv asosida uchta rutbaga ajratildi.

2. Tizimli yondashuv asosida o'rganilayotgan hudud uchun uchta rutbalarga tegishli birinchi, ikkinchi va uchinchi darajali neotektonik harakat va deformatsiyalar xaritalari tuzildi. Har bir daraja uchun strukturaviy kinematik xususiyatlari aniqlandi va ta'riflandi. *Birinchi darajadagi* xaritada hududning shimoli - sharq tomonida shimoli-sharqqa yo'nalgan yirik megantiklinoriyning fragmenti namoyon bo'lgan. Maksimal amplitudasi 4800 metrdan ziyod. *Ikkinchi darajadagi* xaritada shimoli - sharqdan janubi-g'arbiga cho'zilgan yirik yagona megantiklinal Boysun-Kugitang ko'tarilmasi ajratilgan. Uning maksimal amplitudasi 2500 metr, shimoli-g'arb va janubi-sharq qismlari amplitudasi -500 dan -1500 metrgacha botiqlik. *Uchinchi darajali* xaritada janubi-g'arbiy Hisorning asosiy tuzilmalari aksini topgan. Ular shimoli-sharqdan janubi-g'arbiga cho'zilgan antiklinal (2000 metr) va sinklinal (-1000 metr) tuzilmalar: Surxontog', Boysun-Kugitang, Chakchartog', shimolda Langar-Karail, janubi-g'arbda Tyubegatan ko'tarilmalari, Sho'rg'uzor, Boysun va Surxondaryo botiqliklari.

3. Birinchi, ikkinchi va uchinchi darajali neotektonik xaritalarining strukturaviy shakllari keskin farq qilishi qayd etilgan. Oldingi tadqiqotchilar bu hududning strukturaviy shakllanish mohiyatini tushuntirishda deformatsiyalarning umumiy biri-biriga qo'shilgan (interferensiya) shakliga tayangan va turli fikr bildirishiga olib kelgan. Keyingi tadqiqotlarda barcha tektonik xaritalar rutbali tektodinamik yondashuv asosida tuzilishi lozimligi qayd etiladi.

### Adabiyotlar

- [1] Умурзаков Р.А. О состоянии и основных направлениях развития методологии геологических исследований // Материалы Международной научно-практической конференции «Геология Средней Азии: состояние изученности и перспективы развития»: 23 декабря 2021 года / Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан. - Навоий: NAVOIY, 2022. Т. 2. С. 237-244.
- [2] Жуков А.О. Системный анализ. Часть 1. Философско-методологические аспекты: Учебное пособие / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. 168 с.



- 
- [3] Умурзаков Р.А. Историко-тектонические особенности и механизм новейшей деструкции земной коры Западного Тянь-Шаня. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геол.-мин.наук. Ташкент: ИМР. 2008. -45 с.
- [4] Николаев П.Н. Методика тектонодинамического анализа. –М.: Недра, 1992. – 295 с.
- [5] Цейслер В.М. Блоковая тектоника Юго–Западных отрогов Гиссарского хребта // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1962. № 8. С. 21–32.
- [6] Арсланбеков Ш.У., Набиев К.А. Разрывные нарушения и геологические процессы (Юго-Западные Гиссары). Ташкент: Фан, 1981. -104 с
- [7] Екшибаров С.В. Тектоника и некоторые вопросы нефтегазоносности мезозойских отложений Юго-Западного окончания Гиссарской мегантиклинали и восточной части Кашкадарьинской впадины. Ташкент. Изд.АН УзССР, 1962. - 129 с.
- [8] Umurzakov R., Dononov J. Janubi–G‘arbiy Hisorning turli darajadagi neotektonik harakatlar va deformatsiyalarining xususiyatlar // Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – Т. 1. – №. 04. – С. 3-8.
- [9] Dononov J.U., Umurzakov R.A. Boysuntog‘ Janubi-G‘arbiy qismidagi yer yoriqlarining joylashish xususiyatlari // Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – Т. 1. – №. 1 (45). – 17-21b.
- [10] Умурзаков Р.А., Дононов Ж.У. О некоторых особенностях разрывных и складчатых деформаций долины Мачайдарьи (Байсунтау, Юго-Западные отроги Гиссара) // Ответственный редактор. – 2021. – С. 54.

УДК 620.193.8

## АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ЗАРАЖЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ СРЕД МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНЫЙ УРТАБУЛАК КОЛОНИЯМИ СУЛЬФАТВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ БАКТЕРИЙ

Рустамов Мирзохид Мансур угли-докторант, ORCID: 0009-0005-9626-3351,  
E-mail: [mirzoxidrustamov406@gmail.com](mailto:mirzoxidrustamov406@gmail.com)

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** *Наличие сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ) в нефтепромысловых системах может иметь негативное влияние на ее работу, вызывая коррозию, засорение и образование отложений. Поэтому контроль и предотвращение роста СВБ является важной задачей для обеспечения эффективности и безопасности нефтепромысловых систем.*

*В статье на основе лабораторных испытаний подтверждена высокая степень заражения пластовых сред месторождения Северный Уртабулак колониями СВБ (более  $10^6$  Кл/см<sup>3</sup>) и степень заражения подтоварной воды колониями СВБ (более  $10^5$  Кл/см<sup>3</sup>).*

*Установлено, что биозараженность промысловых сред месторождения Северный Уртабулак является одним из ключевых факторов коррозии промышленного оборудования. Приведены выводы и рекомендации по результатам испытаний.*

**Ключевые слова:** *сульфатвосстанавливающие бактерии, месторождение Северный Уртабулак, разработка, степень заражения, коррозия заводнение, пласт, сероводород.*

UDC 620.193.8

## ANALYSIS OF THE DAMAGE DEGREE WITH SULPHATE-REPODING BACTERIA COLONIES OF THE NORTH URTABULOK MINE

Rustamov, Mirzokhid Mansur ugli – Doctoral student (PhD)

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The presence of sulphate-repoding bacteria (SRB) in an oilfield system can have a negative impact on system performance, causing corrosion, clogging and deposit formation. Therefore, controlling and preventing the growth of SRB is an important task to ensure the efficiency and safety of oilfield systems.*

*The articles, based on laboratory tests, confirmed a high rate of contamination in reservoirs in the Northern Urtabula with colonies of SRBv (more than  $10^6$  C/ cm<sup>3</sup>) and the degree of infection in the food supply with colonies in the SRB v (more than  $10^5$  C/cm<sup>3</sup>).*

*It has been established that biocontamination in fishing environments in Northern Urtabulak is certainly one of the key factors of corrosion of fishing equipment. Conclusions and recommendations based on the test results are given.*

**Keywords:** *sulfate-reducing bacteria, Northern Urtabulak field, development, degree of contamination, flooding corrosion, formation, hydrogen sulfide.*

UO‘K 620.193.8

## SHIMOLIY O‘RTABULOQ KONINING SULFAT TIKLANUVCHI BAKTERIYALAR KOLONIYALARI BILAN ZARARLANISH DARAJASI TAHLILI

Rustamov Mirzoxid Mansur o‘g‘li — doktorant (PhD)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Neft konlari tizimida sulfat tiklanuvchi bakteriyalar (STB) ning mavjudligi tizimning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin, bu korroziyaga va tiqilib qolishga olib keladi. Shuning uchun STB o'sishini nazorat qilish va oldini olish neft konlari tizimlarining samaradorligi va xavfsizligini ta'minlashdagi muhim vazifadir.

Maqolada laboratoriya sinovlari asosida Shimoliy O'rtabuloq neft koni qatlamini yuqori darajada sulfat tiklanuvchi bakteriyalar (STB) koloniyalari bilan zararlanish darajasi  $10^6$  Kl/sm<sup>3</sup> dan ko'p va qatlam suvlari STB koloniyalari bilan zararlanish darajasi  $10^5$  Kl/sm<sup>3</sup> dan ko'p ekanligi haqida ma'lumot berilgan.

Shimoliy O'rtabuloq kon usti va ostki qurilmalarida korroziya miqdori STB koloniyalari sababli oshishi aniqlandi. Sinov natijalari bo'yicha xulosalar va tavsiyalar berildi.

**Kalit so'zlar:** sulfat tiklanuvchi bakteriyalar, Shimoliy O'rtabuloq koni, rivojlanish, zararlanish darajasi, toshqindagi korroziya, qatlam, vodorod sulfidi.

## Введение

Сульфатвосстанавливающие бактерии являются анаэробными микроорганизмами, которые способны использовать сульфаты в качестве окислителя для восстановления органических соединений, таких как нефть и ее компоненты. Они присутствуют в пластовых флюидах нефти и могут быть включены в нефтяные скважины вместе с извлеченной нефтью. Сульфатвосстанавливающие бактерии могут вызывать коррозию металлических материалов, таких как трубопроводы и оборудование, из-за процесса биохимической реакции, при которой образуются сероводородные газы и серные соединения. Они также могут приводить к образованию биопленок и отложений, которые могут забивать скважины и препятствовать нормальной эксплуатации нефтяных скважин. Контроль и управление сульфатвосстанавливающими бактериями в пластовых флюидах нефти является важной задачей для предотвращения коррозии и других проблем, связанных с их активностью [1].

Для предотвращения коррозии под действием бактерий, таких как сульфатредуцирующие бактерии, необходимо принять следующие меры:

1. Контролировать содержание кислорода в системе. Бактерии, вызывающие коррозию, обычно требуют наличия кислорода для своего роста. Поэтому уменьшение содержания кислорода может снизить активность этих бактерий.

2. Использовать ингибиторы коррозии. Существуют химические соединения, которые могут замедлить или остановить процесс коррозии. Их можно добавить в систему для защиты от действия бактерий.

3. Регулярно очищать и обслуживать систему. Удаление накопленных отложений и биопленки может помочь предотвратить размножение бактерий и уменьшить риск коррозии.

4. Контролировать условия окружающей среды. Бактерии, вызывающие коррозию, обычно процветают при определенных температурных, pH и концентрациях питательных веществ. Поддерживайте эти параметры на оптимальном уровне, чтобы снизить риск коррозии.

5. Использовать антибиотики или биоциды. В некоторых случаях может потребоваться применение антибиотиков или биоцидов для уничтожения бактерий, вызывающих коррозию. Однако необходимо быть осторожными при использовании этих веществ, чтобы избежать негативного воздействия на окружающую среду.

К заражению бактериями со временем также приводит интенсивное применение пресной воды на объектах нефтегазодобычи в процессе поддержания пластового давления, что сопровождается и появлением растворенного кислорода там, где ранее этот агрессивный агент отсутствовал [2,9]. Наличие и рост микроорганизмов в системе «пласт – скважина – оборудование» вызывает ряд проблем при добыче нефти [4]. К основным из них относятся: коррозия оборудования, снижение приемистости скважин, ухудшение

фильтрационных характеристик пород, уменьшение нефтеотдачи пластов за счет закупорки коллектора скоплениями живых и мертвых бактериальных клеток и продуктов их жизнедеятельности – осадки кальция, серы, магния, железа; слизь и полисахаридные биообразования [7].

Недооценка опасности бактериальной коррозии в нефтедобыче приводит к преждевременному выходу из строя насосного оборудования, подземных трубопроводов, поверхностных коммуникаций нефтепромысловой системе добычи [5, 8].

В последние годы обсуждение вопроса биологической коррозии приобрело особую актуальность.

### **Методы и материалы**

На данную тему проводились исследования в области микробиологии, коррозии и материаловедения [17]. Некоторые из исследований, связанных с предотвращением коррозии под действием бактерий, включают:

1. Исследования эффективности ингибиторов коррозии. В этих исследованиях изучается влияние различных химических соединений на процесс коррозии и их способность замедлять или предотвращать коррозию под действием бактерий.

2. Исследования механизмов действия бактерий, вызывающих коррозию. Эти исследования направлены на понимание, какие процессы и механизмы приводят к разрушению материалов под воздействием бактерий, и какие молекулярные или микробиологические мишени могут быть использованы для предотвращения коррозии.

3. Исследования разработки новых материалов и покрытий для защиты от коррозии. В этих исследованиях изучаются различные материалы и покрытия, которые могут быть устойчивыми к действию бактерий и предотвращать коррозию.

4. Исследования разработки новых методов контроля бактерий, вызывающих коррозию. В этих исследованиях изучаются различные методы, такие как использование антибиотиков, биоцидов или бактериофагов, для уничтожения или контроля бактерий, вызывающих коррозию.

Эти исследования проводятся различными научными группами и организациями, включая университеты, исследовательские институты и промышленные компании.

Сульфатовосстанавливающие бактерии (СВБ) могут привести к различным последствиям в нефтепромысловой системе. Они могут вызывать коррозию металлических поверхностей, так как они производят сероводород ( $H_2S$ ) в процессе своего обмена энергией.  $H_2S$  является агрессивным газом, который может разрушать металлы и вызывать коррозию [3, 4].

СВБ также могут образовывать биопленки на поверхностях, что может приводить к засорению и сужению трубопроводов и других систем. Это может снижать эффективность работы системы и требовать дополнительных усилий для ее очистки и обслуживания.

Более того, СВБ могут вызывать образование отложений сульфидов, таких как черный сернистый налет, который может засорять трубы и оборудование. Это может приводить к снижению эффективности процессов и требовать регулярного удаления отложений.

Биокоррозия может привести к значительным повреждениям инфраструктуры нефтепромысловых систем, таких как трубопроводы, оборудование и сооружения. Это может привести к утечкам нефти и газа, снижению эффективности работы системы и повышению затрат на ее обслуживание и ремонт.

Поэтому контроль и предотвращение биокоррозии является важной задачей в нефтепромысловой отрасли. Это может включать в себя использование биоцидов для уничтожения или ингибирования роста микроорганизмов, применение защитных покрытий на поверхности материалов или регулярную очистку и обслуживание системы для удаления биопленок и отложений.

Одним из возможных факторов ускоренной коррозии может являться микробиологическая коррозия. По данным различных литературных источников [11, 12], на

долю биокоррозии приходится от 50 до 80% коррозионных повреждений трубопроводов. Одной из причин активации микробиологических процессов на оборудовании нефтегазовой отрасли является применение заводнения нефтяных пластов. В частности, микроорганизмы интенсивно развиваются там, где для закачки используются пресные или слабоминерализованные воды. Данная среда становится благоприятна для бактерий, продуцирующих сероводород, что вызывает коррозию металла и оказывает электрохимическое воздействие на сталь в пластовых условиях.

Многим микроорганизмам для развития необходима влага, а так как на нефтегазовых месторождениях используются большие объемы пресных и сточных вод, закачиваемых с целью ППД в пласты, то для развития микроорганизмов созданы идеальные условия [13, 14]

Первенство среди данных микроорганизмов по праву занимают СВБ. В процессе своей жизнедеятельности они, подвергают биокоррозии многие конструкционные металлы, в первую очередь сталь, алюминий и железо. Механизм коррозии заключается в прохождении реакции деполяризации твердыми сульфидами железа, образующимися в результате метаболизма бактерий, а также за счет потребления ими поляризованного водорода [15, 16].

Сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ) – это наиболее распространенный и проблематичный тип бактерий, встречающийся в условиях нефтегазовых систем. Будучи анаэробными, эти бактерии могут выживать и в системах, содержащих растворенный кислород. СВБ толерантны к широкому интервалу рН от 5 до 9,5, наиболее хорошо размножаются в интервале температур от 25 до 35 °С, обнаруживаются и в адгезированной, и в планктонной формах. Хотя СВБ производят различные продукты метаболизма, они окисляют органические соединения до органических, напрямую перенесены в промышленные условия, то проводят и пилотные испытания, являющиеся необходимым и обязательным дополнением к лабораторным исследованиям [3, 6].

Впервые в Узбекистане с аномальными отклонениями от допустимых значений средней скорости коррозии (ССК) на системе нефтесбора столкнулись на месторождении Кокдумалак в марте 2001 года при исследовании на системе УПН резервуара №1, где была зафиксирована средняя скорость коррозии превышающая допустимую (ДСК) в 24 раза и составившая 2,4174 мм/г. Образец свидетель коррозии (ОСК) находился в придонной части резервуара. Вся поверхность образца была покрыта очаговыми язвами напоминающими кратеры.

В то время объяснения причин породивших такую скорость коррозии, и связей с деятельностью сульфатвосстанавливающих (редуцирующих) и железобактерий не нашлось.

Дальнейшие промышленные испытания показали, что и в других нефтяных месторождениях имеет место биологическая коррозия. Разработка нефтяного месторождения Северный Уртабулак с поддержанием пластового давления путем закачки воды без антибактериальной подготовки привела к повсеместному заражению микроорганизмами нефтепромысловых вод месторождения Северный Уртабулак, которые циркулируют в системе нагнетательная скважина-пласт-наземное оборудование.

Месторождение Северный Уртабулак является одним из основных нефтяных месторождений в Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области Республики и разрабатывается с 1974 года. В целях поддержания пластового давления с 1981 года на месторождении осуществляется закачка воды в пласт.

## Результаты и обсуждение

В тектоническом отношении структура Северный Уртабулак расположена в центральной части Денгизкульского валообразного поднятия Чарджоуской ступени.

Месторождение Северный Уртабулак находится в поздней стадии разработки эксплуатируется с применением заводнения продуктивных пластов. Закачка воды



осуществляется без предварительной подготовки. Это и привело к появлению СВБ в системе пласт-скважина - наземное оборудования.

Для уточнения степени заражения промышленных сред колониями сульфатовосстанавливающих бактерий (СВБ) месторождения Северный Уртабулак были проведены лабораторные испытания в «Физико-химической лаборатории нефти и газа» ООО «Geo Research and Development Company».

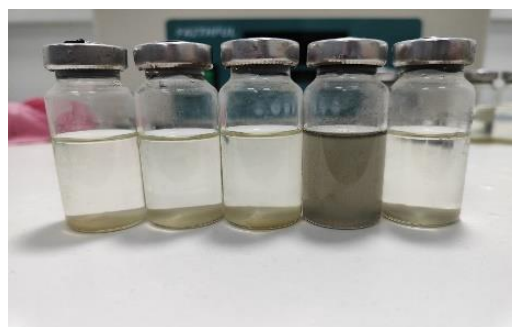
Были отобраны пробы промышленной среды из следующих точек:

1. Резервуар вертикальный стальной – 9 (РВС- 9) (рис. 2).
2. Блочная кустовая насосная станция (БКНС) (рис.3).
3. Нефтегазовый сепаратор (НГС) (рис. 4).

Были определены индексы активности бактерий и степень заражения среды сульфатовосстанавливающими бактериями (СВБ).



**Рисунок 1. Термостат для определения СВБ в отобранных пробах**



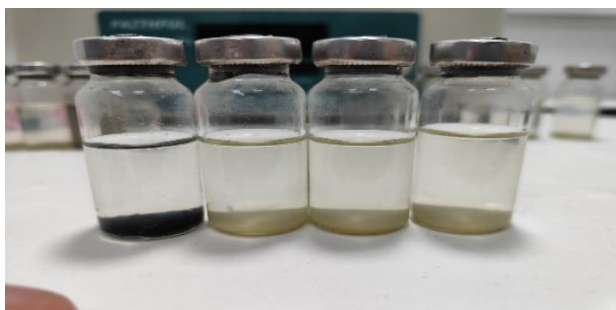
**Рисунок 2. Пробы отобранные из входа вертикального стального резервуара (РВС- 9)**

Полученные результаты испытаний приведены в таблице и рисунках 2, 3, 4.

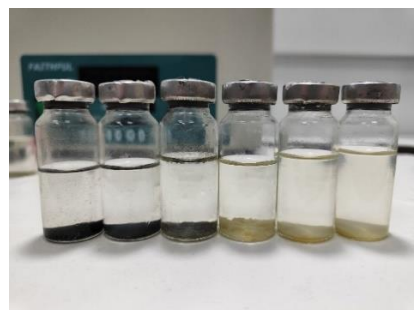
**Таблица**

**Результаты испытаний**

№№	Точка отбора промышленной среды	Индекс активности бактерий	Степень заражения среды СВБ, Кл/см <sup>3</sup>
1	Вход РВС-9	14,2	более 10 <sup>5</sup>
2	БКНС	10,0	более 10 <sup>4</sup>
3	НГС	33,3	более 10 <sup>6</sup>



**Рисунок 3. Пробы отобранные из блочной кустовой насосной станции (БКНС)**



**Рисунок 4. Пробы отобранные из нефтегазового сепаратора (НГС)**

С помощью термостата (рис.1) для определения СВБ в отобранных пробах были определены индексы активности бактерий и степень заражения среды сульфатвосстанавливающими бактериями (СВБ).

### Заключение

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Подтверждена высокая степень заражения пластовых сред месторождения Северный Уртабулак колониями СВБ (более  $10^6$  Кл/см<sup>3</sup>).

2. Подтверждена высокая степень заражения подтоварной воды месторождения Северный Уртабулак колониями СВБ (более  $10^5$  Кл/см<sup>3</sup>).

3. Биозараженность промышленных сред месторождения Северный Уртабулак безусловно является одним из ключевых факторов коррозии промышленного оборудования, кроме того зараженная подтоварная вода, попадающая в пласт (ППД), негативно влияет на поры пласта и как следствие на снижение нефтеотдачи.

4. Рекомендуется проведение серии лабораторных испытаний с целью подбора наиболее эффективного реагента биоцида бактерицида и дальнейшее проведение ОПИ в системе нефтесбора и ППД месторождения Северный Уртабулак.

5. Для месторождения Северный Уртабулак, где сероводород и СВБ обнаружен как в продуктивном пласте, так и в добываемой продукции, борьбу с сульфатредукцией надо проводить в двух направлениях:

а) Подавление СВБ в пласте и защита нефтепромыслового оборудования от коррозии. Подавление СВБ в пласте необходимо осуществлять обработкой нагнетательных скважин бактерицидами в ударной дозировке.

б) Для защиты оборудования от коррозии рекомендуется обрабатывать среды реагентами комплексного действия (бактерицид-биоцид, ингибитор), вводя их в различные точки защищаемой среды.

### Литература

- [1] Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельмант Н. К.. Месторождение нефти и газа Республики Узбекистан. 820 стр. с
- [2] Баранов А.Н., Верхозина В.А., Гавриленко Л.В. Удаление сульфатов из растворов газоочистки алюминиевых заводов с использованием микроорганизмов. Сб. науч. ст. Алюминий Сибири. Красноярск: Бона компании, 2003. С. 25–26.
- [3] Баранов А.Н., Ковалюк Е.Н., Кухарев Б.Ф., Михайлов Б.Н. Цветная металлургия. 1998. № 3. С. 53.
- [4] Баранов А.Н. Электрохимические методы очистки сточных вод промышленных предприятий // Вестник ИрГТУ. 2007. Т. 29, № 1. С. 13–14.
- [5] Гамидова Н.С. Защита нефтепромыслового оборудования от микробиологической коррозии реагентами серии «Нефтегаз» / Н.С. Гамидова, Н.А. Азимов, А.В. Ахмедова // Научные труды НИПИ НЕФТЕГАЗ ГНКАР. 2013. № 02. С. 71–75
- [6] Защита от коррозии: учеб. пособие. 3-е изд. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012.– 52 с.
- [7] Каменщиков Ф.А., Черных Н.Л. Борьба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и динамика»; Институт компьютерных исследований, 2007. – 412 с.
- [8] Макаренко А.В. Технические требования к насосно-компрессорным трубам и повышение эффективности работы и срока их службы // Нефтяное хозяйство. 2006. № 4. С. 120.

- [9] Франк Ю.А. Культивируемые микроорганизмы из нефтяных пластов месторождений Западной Сибири / Ю.А. Франк, Е.В. Комлева, И.В. Луцаева, В.В. Тепляшина, А.Л.Герасимчук // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. № 6. С. 38–44.
- [10] Шангареев И.Р. Оценка скорости коррозии образцов-свидетелей в скважинных условиях / И.Р. Шангареев, Р.А. Дмитриев, А.М. Созонов, А.И. Маланин, Р.В. Авершин // Нефтяное хозяйство. 2013. № 8. С. 108–110.
- [11] Коррозия нефтегазового и нефтепромыслового оборудования. Учебное пособие / И.Габдуллин, С.Н. Давыдов, М.А. Худяков, М.В. Кузнецов. – Уфа, 1990.
- [12] Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии / Э.М. Гутман, К.Р. Низамов, М.Д. Гетманский, Э.А. Низамов и др. – Недра, 1983.
- [13] Обследование зараженности закачиваемых и добываемых вод микроорганизмами-агентами биокоррозии и биообразований для разработки технологии повышения нефтеотдачи применением биоцидов/ Н.И. Хисамутдинов, А.Г. Телин, и др. - Отчет малого предприятия «Нефтегазтехнология», 1991-1992.
- [14] Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах / С.И. Кузнецов, 1970.
- [15] Биохимия сульфатвосстанавливающих бактерий / Е.Н. Чеботарев, 1978.
- [16] Рубенчик, Л.М. Сульфатвосстанавливающие бактерии / Л.М. Рубенчик. – Изд-во АН СССР, 1947.
- [17] Ингибиторная защита стали в сероводородных средах // Е.В. Дубинская, В.И. Вигдорович, Л.Е. Цыганкова //Вестник ТГУ, т.18, вып.5, 2013

UO‘K 622.726

## KAM OLTINGUGURTLI KONLARDAN QOLDIQ GAZ ZAXIRALARINI QAZIB OLISHNI JADALLASHTIRISH XUSUSIYATLARI

**Asadova Hulkar Boymanovna**<sup>1</sup>-texnika fanlari nomzodi, dotsent, ORCID: 0009-0002-4568-5106,  
E-mail: [hulkar70@mail.ru](mailto:hulkar70@mail.ru)

**Sharopov Abrorbek Axror o‘gli**<sup>1</sup>- bosh mutaxassis, E-mail: [saropov.aa@mail.ru](mailto:saropov.aa@mail.ru)

**Sultonov Nodir Normurodovich**<sup>2</sup>- katta o‘qituvchi, ORCID: 0009-0005-1838-7439,  
E-mail: [nodir.sultonov.90@mail.ru](mailto:nodir.sultonov.90@mail.ru)

<sup>1</sup>“O‘zlitineftgaz”AJ, Toshkent sh, O‘zbekiston

<sup>2</sup>Qarshi muhandislik–iqtisodiyot instituti, Qarshi sh, O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Maqolada tabiiy gazni oltingugurtdan tozalash jihozlari bo‘lmaganligi sababli, uzoq muddat konservatsiyada turgan, kam oltingugurtli Uchqir gazkondensat koni (GKK) ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, konni ishlash va ishlatish jarayonida ko‘rsatkichlarning loyihaviy va haqiqiy kattaliklarini ortib ketishi yoki orqada qolishi sabablari va natijalari keltirib o‘tilgan.*

*Gaz konini samarali ishlashini tashkil qilish va operativ nazorat qilish maqsadida, konda ishlab turgan harakatdagi barcha quduqlarda bir yilda bir marta gazogidrodinamik tadqiqotlar o‘tkazilishi shart ekanligi asoslab berilgan, amalga oshirilgan tadqiqotlar natijasiga ko‘ra, Uchqir GKKdagi deyarli barcha quduqlarda tadqiqotlar yetarli darajada yoki umuman o‘z vaqtida amalga oshirilmagan, natijada esa quduq mahsuloti bilan birgalikda qo‘shilib chiqayotgan suyuqlik, mexanik aralashmalar hamda tabiiy gaz miqdorlari ham aniq hisoblanmagan, quduq orti bosimlari o‘z vaqtida yetarli darajada o‘lchanmagan.*

*Uchqir gaz kondensati konining qoldiq zaxiralarini qazib olish samaradorligini oshirish uchun o‘zlashtirish bo‘yicha geologik va gidrodinamik nazoratni o‘rnatish tavsiya etiladi.*

***Kalit so‘zlar:** zaxira, tog‘ jinsi, kollektor, kon, quduq, kam oltingugurtli gaz, ishlatish, o‘zlashtirish, faollashtirish, mahsuldor gorizont.*

УДК 622.726

## ОСОБЕННОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ГАЗА ИЗ МАЛОСЕРНИСТЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Асадова Хулкар Боймановна**<sup>1</sup>- кандидат технических наук, доцент

**Шаропов Аброрбек Ахрор угли**<sup>1</sup>- главный специалист

**Султонов Нодир Нормуродович**<sup>2</sup>- старший преподаватель

<sup>1</sup>АО “Узлитинефгаз”, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Рассматривается залежь малосернистого газа газоконденсатного месторождения (ГКМ) Учкыр, которая продолжительное время находилась в консервации из-за отсутствия сероочистных сооружений. Приведены результаты определения причин превышения или отставания фактических и проектных показателей разработки.*

*В целях организации эффективной эксплуатации газового месторождения и оперативного контроля обосновано необходимость проведения газогидродинамических исследований один раз в год на всех скважинах, действующих на месторождении. В большинстве скважин ГКМ Учкыр ГДИ выполнялись в недостаточном объеме и на ограниченном числе режимов, отсутствуют замеры по выносу жидкости с продукцией скважин и механических примесей, не приводятся замеры затрубного давления.*

*Для повышения эффективности добычи остаточных запасов газоконденсатного месторождения Учкыр рекомендуется установить геологический и гидродинамический контроль за его разработкой.*

**Ключевые слова:** залежь, горная порода, коллектор, месторождение, скважина, малосернистый газ, эксплуатация, разработка, интенсификация, продуктивный горизонт.

UDC 622.726

## INTENSIFYING CHARACTERISTICS OF THE EXTRACTION OF RESIDUAL GAS RESERVES FROM LOW-SULFUR DEPOSITS

**Asadova, Khulkar Boymanovna<sup>1</sup>**- Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
**Sharopov, Abrorbek Axror ugli<sup>1</sup>**- Chief Specialist  
**Sultonov, Nodir Normurodovich<sup>2</sup>**- Senior lecturer

<sup>1</sup> JSC "O'ZLITINEFTGAZ" Tashkent city, Uzbekistan

<sup>2</sup> Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The focus is on the low-sulfur gas deposit at the Uchkir gas field, which has been kept in conservation due to the absence of desulfurization facilities. The gases from the hydrogen sulfide-carbon dioxide-hydrocarbon horizons are dry and light.*

*The study presents the findings related to the factors causing either surpassing or falling behind the actual and planned development indicators. To monitor the natural gas fields' development, well logging is scheduled annually for all active wells. In most Uchkir gas field wells, well logging was insufficient and limited in terms of modes, lacking measurements for liquid production and mechanical impurities, as well as annular pressure readings.*

*To increase the efficiency of production of residual reserves of the Uchkir gas condensate field, it is recommended to establish geological and hydrodynamic control over its development.*

**Keywords:** *deposit, rock, reservoir, field, well, sweet gas, exploitation, development, intensification, productive horizon.*

### Kirish

Barcha rivojlangan mamlakatlarda yoqilg'i mustaqilligi ko'p jihatdan yoqilg'i-energetika sanoati majmuasining neft-gaz tarmog'i rivojlanganligi va barqaror ishlashi bilan bog'liq. Magistral gaz quvurlarining barqaror ishlashi hamda iste'molchilar va aholini uzluksiz tabiiy gaz bilan ta'minlash maqsadida tashilayotgan tovar gazining holati (sifati) masalasi muhim ahamiyat kasb etadi. Yer qaridan qazib olinayotgan gazga ishlov berish, tozalash va quritish qurilmalari, gaz quvurlari korroziyasining oldini olish va shu bilan birga magistral quvurlar va kompressor stansiyalarini samarali ishlashini ta'minlash asosiy masala hisoblanadi.

Dunyo gaz sanoatida gazni oltingugurt va boshqa qo'shimchalardan tozalash uchun turli xil kimyoviy moddalardan foydalanib, shu bilan birga kam kapital xarajatlar, qurilmalarning qurilishi va sodda texnologik sxema, hamda ishonchli ishlashi bilan izohlanadigan, xususan oltingugurt va tabiiy gazni vodorod sulfid va karbonat angidrididan tozalashda absorpsion usuldan keng foydalanib kelinayotganligini M.A.Abduraximov o'zining Gazli regionida joylashgan gazkondensat konlarini ishlatish bo'yicha olib borgan ilmiy tadqiqot ishlarida yoritib berganligi ko'rish mumkin [1].

Shu o'rinda, yana bir dolzarb muammo, jumladan gazkondensatli konlarni o'zlashtirish jarayonida, shuningdek, boshqa xom ashyo manbalarini jalb qilish jarayonida xom ashyo gazining tarkibi va texnologik tizimlarining ishlash rejimi o'zgargan holatda, gazni tozalash bo'yicha avval qabul qilingan yechimlarni qayta ko'rib chiqishni talab etib, tozalangan gaz sifatiga qo'yiladigan



davlat standarti talablari oshirilganda masala alohida dolzarblik kasb etishi, Respublikamizda qabul qilingan O‘z DSt 948:2016 “Magistral gaz quvurlarga yo‘naltirilgan va ular orqali transportda tashiluvchi yonuvchi tabiiy gazlar” Texnikaviy shartlariga muvofiq 2023-yil 1-yanvardan boshlab, tabiiy gaz tarkibiga bo‘lgan talab hozirgi tegishli miqdorda o‘rnatilganligiga ham alohida e‘tibor qaratish lozim ekanligini U.S.Nazarov., R.Ch.Li., M.A.Abduraximovlar ishlarida yoritib berilgan [1, 3].

Ushbu ko‘tarilgan muammo Respublikamizda gazni qayta ishlash majmualari oldiga qo‘yilgan strategik vazifalardan biriga mos keladi, u ham bo‘lsa uglevodorod xomashyosini tayyorlash bo‘yicha mavjud texnologiyalarni rekonstruksiya qilishdan iborat bo‘lib, mahsulot sifatini davlat standarti talablari darajasiga yetkazishdan hisoblanadi. Bu esa o‘z navbatida kelajakda mamlakatning tabiiy gazni eksport qilish salohiyatini oshirish imkonini beradi.

Bu vazifalarni bajarish usullaridan biri kimyoviy va fizikaviy absorbsiya vositalaridan yoki ularning aralashmalaridan (kompleks ta’sirga ega bo‘lgan absorbentlar) foydalangan holda, “O‘zbekneftgaz” AJ mavjud ishlab chiqarish quvvatlarga kichik miqdorda o‘zgartirish kiritib, tabiiy gazni nordon komponentlardan tozalash darajasini (davlat standartlariga mos ravishda) oshirish imkoniyati yaratildi [3].

Yuqoridagi ma’lumotlardan kelib chiqib, shunday xususiyatlarga ega bo‘lgan, Gazli hududida joylashgan, Uchqir gazkondensatli kam oltingugurtli konida olib borilgan tadqiqot natijalarini keltirib o‘tamiz.

Uchqir GKK Gazli shahridan 45 km g‘arbda va Kogon temir yo‘l stansiyasidan 180 km shimoli-g‘arbda joylashgan. “O‘rta Osiyo-Markaz” gaz quvuri to‘g‘ridan-to‘g‘ri kon hududi bo‘ylab o‘tib, birlashtiruvchi gaz quvurlari va “Gazli” bosh inshootiga ulangan. Kon 1960-yilda ochilgan, qidiruv ishlari 1973-yilda yakunlangan. 1968-yilda oltingugurtsiz Uchqir gaz konlarida tajriba-ishlab chiqarish ishlari boshlangan.

Bu konning o‘ziga xosligi shundaki, kon gazokondensatli, gaz tarkibi jihatidan kam oltingugurtli bo‘lishi bilan birga, mahsuldor gorizontlardagi gaz tarkibidagi oltingugurt miqdori XV-1 dan XV-2 gorizontga o‘tishida ortib boradi, karbonat angidrid miqdori esa kamayadi.

Uzoq yillar davomida kon hududida yetarli darajada texnologiya va jihozlar bo‘lmaganligi sababli, kon vaqtincha yopib qo‘yilgan konlar tarkibiga kiritilgan.

Yuqorida keltirilganidek, keyingi yillarda uglevodorod qazib olishni jadallashtirish va qazib olish miqdorini bir me’yorda ushlab turish maqsadida, xuddi Uchqir kabi konlarni loyihalarini qaytadan ishlab chiqish, amaldagilariga tuzatishlar kiritish va qo‘llash bo‘yicha bir qator ishlar amalga oshirilishi lozim, jumladan, o‘rganish murakkab kam oltingugurtli gaz konlarini o‘zlashtirish uchun hudud tanlashning asosi bo‘lib, ishlatish yillarida xomashyo tarkibining o‘zgarishi, o‘rganilgan xomashyo zaxiralarining mavjud gazni yig‘ish tizimiga ulash, oltingugurtdan tozalash qurilmasining joylashuvi, shuningdek, muhandislik kommunikatsiyalari va ishlab chiqarish infratuzilmasining mavjudligi hisoblanadi.

Kon hududida uzoq vaqt oltingugurtdan tozalash qurilmalari yo‘qligi sababli (1966-1979 yy), Uchqir gaz kondensati konining XV gorizontidagi (XV-1, XV-2) oltingugurt miqdori kam gaz konlari o‘rganildi. Kon 1979-yil dekabr oyida “Uchqir konining XV gorizonti gaz konlarini o‘zlashtirish loyihasi” bo‘yicha o‘zlashtirilgan va keyingi loyiha-tadqiqot loyihalarida (1982, 1997, 2005, 2007-yillar) konlarni o‘zlashtirishning texnologik ko‘rsatkichlariga tuzatishlar kiritildi [4].

XV-1 va XV-2 mahsuldor gorizontlari angidritlar, alevrolitlar va qumtoshlarning oraliq qatlamlari bo‘lgan dolomit va ohaktoshlardan tashkil topgan yuqori yura (o‘rta kalloviiy-oksford + kimmeridj) karbonatlari bilan chegaralangan [9].

XV-1 va XV-2 gorizontlarni tashkil etuvchi kollektor jinslari litologik va fizik xossalari jihatidan o‘xshash, XV-1 va XV-2 gorizontlarining laboratoriya tadqiqot natijalariga ko‘ra, g‘ovaklilik, o‘tkazuvchanlik va gaz bilan to‘yinganlik koeffitsiyentining o‘rtacha qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval**

**Uchqir gazkondensati konining XV-1, XV-2 gorizontlari g'ovakligi, o'tkazuvchanligi va gaz bilan to'yinganlik koeffitsiyentining o'rtacha qiymatlari**

Ko'rsatkichlar	Namunalar soni		O'rtacha qiymatlari	
	XV-1 gorizont	XV-2 gorizont	XV-1 gorizont	XV-2 gorizont
<b>Ochiq g'ovaklilik, %</b>	51	17	17,55	16,10
<b>O'tkazuvchanlik, m Darsi</b>	50	15	10,3	6,27
<b>Gaz bilan to'yinganlik koeffitsiyenti</b>	28	3	0,586	0,487

**Uslub va materiallar**

Dala geofizik tadqiqotlariga ko'ra, ochiq g'ovaklikning o'rtacha arifmetik qiymatlari biroz kichikroq (XV-1 gorizont uchun - 16,4%, XV-2 gorizont uchun - 14,1%) gaz bilan to'yinganlik esa yuqoriroq, XV-1 gorizontda - 62%, XV-2 gorizontda - 66% ni tashkil qiladi.

XV-1 va XV-2 gorizontlarining gazlari vodorodsulfid-karbonat-angidrid-uglevodorodli, quruq va yengil, barqaror kondensatning potensial miqdori  $33,6 \text{ g/m}^3$  deb qabul qilingan [9, 10].

Gaz konlarini o'zlashtirish nazoratini tashkil etish uchun, o'zlashtirish jarayonida uning holatini tavsiflovchi parametrlarni to'g'ri tanlash, kuzatish, tanlangan parametrlarning o'zgarishini tizimli monitoringi va o'lchash xatosini baholashni ta'minlaydigan shartlar muhim bo'lib bu ko'rsatkichlar quyidagilar: konning gaz va suvli qatlam qismlaridagi qatlam bosimi, o'zlashtirilgan qatlamning gaz bilan to'yinganlik koeffitsiyenti, gaz quduqlaridan olingan suvning ion-tuz tarkibi.

Konlarni o'zlashtirishni nazorat qilishni amalga oshirishda, qazib olish va nazorat qilish (kuzatish, pyezometrik) quduqlarida gaz-gidrodinamik, geofizik va gidrokimyoviy tadqiqotlar majmuasini o'tkazish orqali amalga oshiriladi.

Quduqlarning gazogidrodinamik tadqiqotlari vazifasi, ularning mahsuldorlik xususiyatlarini aniqlashdan iborat bo'lib, olingan natijalar quduqlar sonini aniqlashda loyihalash uchun asos bo'ladi [9]. Bundan tashqari, gidrodinamik tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ishlatish loyiha ko'rsatkichlariga tuzatishlar kiritiladi va quduqlarning tegishli texnologik ish rejimi tuziladi.

Uchqir konida, o'zlashtirishni nazorat qilish uchun yiliga bir marta barcha harakatdagi quduqlar bo'ylab gidrodinamik tadqiqotlar o'tkazish ko'zda tutilgan [1, 3], ammo Uchqir gazkondensati konining aksariyat quduqlarida gidrodinamik tadqiqotlar yetarli bo'lmagan hajmda va cheklangan rejimlarda o'tkazilgan, quduqdan suyuqlik va mexanik aralashmalarni qazib olish miqdorini o'lchovlari mavjud emas, quduq orti bosimini o'lchash ko'zda tutilmagan.

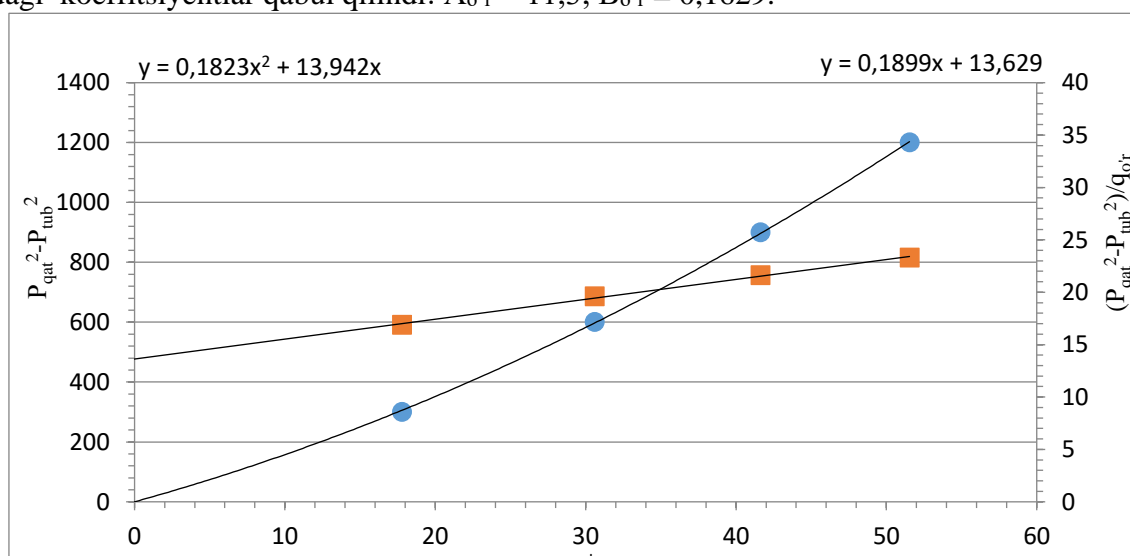
**2-jadval**

**Uchqir konining XV gorizonti quduqlarining filtratsion qarshilik koeffitsiyentlarini o'rtacha hisoblash natijalari**

№ qud.	Tadqiqot sanasi	Filtratsion qarshilik koeffitsiyentlari		Gaz oqim tezligi $\Delta P^2$ ming $\text{m}^3/\text{kun}$			
		A	B	300	600	900	1200
225	02.08.2017	23,4	0,0890	12,2	23,5	34,1	43,9
243	10.11.1999	18,6	0,0430	15,6	30,1	43,9	57,0
251	21.02.2001	12,3	0,0340	23,0	43,6	62,5	80,0
261	11.05.2007	10,2	0,0491	26,1	47,8	66,7	83,8

263	15.08.2007	6,4	0,1120	30,5	49,9	65,5	78,7
264	25.02.1997	13,9	0,0200	20,9	40,7	59,5	77,5
268	24.08.2006	3,8	0,1133	37,3	57,9	73,9	87,4
302	28.05.2008	10,5	0,2520	19,5	32,2	42,5	51,2
<b>O'rtacha oqim tezligi, <math>q_{o'r}</math></b>				20,6	34,9	47,1	58,0
<b><math>(P_{qat}^2 - P_{tub}^2)/q_{o'r}</math></b>				14,6	17,2	19,1	20,7

Ko'rib chiqilayotgan XV gorizontning ishlatish davri uchun filtratsion qarshilik koeffitsiyentlarini o'rtacha qiymatini hisoblash uchun quduq tadqiqotlarining yetarli emasligi sababli, biz quduqlar bo'yicha oldingi ma'lumotlardan foydalandik (2-jadval, 1-rasm) va hisoblash uchun quyidagi koeffitsiyentlar qabul qilindi:  $A_{o'r} = 11,3$ ;  $B_{o'r} = 0,1629$ .



**1-rasm. Uchqir gazkondensati konining XV gorizontini ishlatish davri uchun filtratsion qarshilik koeffitsiyentlarini o'rtacha hisoblash qiymati**

01.01.2019-yil holatiga ko'ra, Uchqir gazkondensati konining XV gorizontida 38 ta quduq bo'lib, 3-jadvalda keltirilgan, shundan: harakatda -13 quduq ( 103, 202, 205, 206, 208, 209, 210, 211,213, 221, 222, 223, 225);

-konservatsiyada, suvlanganligi tufayli to'xtatilgan, quduq usti bosimi past – 19 quduq (2A, 33, 201, 203, 204, 207, 212, 214, 215,216, 217, 220, 243, 251, 261, 263, 264, 268, 300); pyezometrik – 262-quduq; -5 ta quduq (12, 218, 253, 301, 305) tugatilgan.

**3-jadval**

**Uchqir konining 01.01.2019-yil holatida quduqlar fondi**

Quduqlar tasnifi	Quduqlar soni	Quduq raqami
<b>Uchqir koni (XV gorizont)</b>		
Burg'ilangan	38	
Shundan:		
Harakatdagi	13	202, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 213, 221, 223, 103, 222, 225
To'xtatilgan (suvlangan)	19	33, 216, 215, 203, 207, 212, 261, 263, 243, 217, 214, 220, 251, 264, 2A, 300, 201, 268, 204
Pyezometrik	1	262

Uchqir gazkondensati konini yanada samarali o'zlashtirish, ishlatish maqsadida, RD ga ko'ra, o'zlashtirishni nazorat qilish talablariga rioya qilish, ayniqsa, quduqlarning tegishli texnologik ish sharoitlarini tuzishda filtrasion qarshilik koeffitsiyentlarining o'zgarishini kuzatish tavsiya etiladi.

Uchqir gazkondensati konining XV gorizonti 1979-yil dekabr oyidagi loyiha-tadqiqot ishiga ko'ra o'zlashtirildi. Loyihaga muvofiq, 1-variant, 12 yil davomida 49 ta quduq yordamida mavjud zaxiradan yiliga 900,0 mln.m<sup>3</sup> gazni qazib olishni nazarda tutadi.

01.01.2019-yil holatiga ko'ra, tasdiqlangan gaz zaxiralarining 102,3% shu jumladan tasdiqlangan geologik zaxiradan kondensatning 71,1% olindi [1].

## Natijalar va muhokama

Haqiqiy ko'rsatkichlar dinamikasi tahliliga ko'ra, 1982-yilda amalga oshirilgan tuzatishlarga qaramay, yillik gaz olish 2008-yilgacha loyihaviy ko'rsatkichlariga erishilmagan, bunga asosiy sabab, ko'rib chiqilayotgan konni o'zlashtirish davri davomida ishlayotgan quduqlar sonining orqada qolishidir.

1981-1982-yillarda yillik gaz qazib olishning loyihaviy va haqiqiy ko'rsatkichlari quduqlarning o'rtacha debitini 2,5 barobarga oshirish natijasida bir-biriga yaqin.

2008-2018-yillar uchun haqiqiy yillik qazib olish ko'rsatkichlarining ortishiga, 2005-yilda loyiha ko'rsatkichlariga tuzatishlar natijasida, quduqlar soni va ularning o'rtacha debitini oshirishi sabab bo'ldi. 2018-yilda orqada qolishiga esa quduqlar kompressor usulida hamda kon quduq usti bosimi doimiy o'zgarmas rejimda ishlaganligi va gaz oqimi va quduqlar sonining kamligi (loyiha bo'yicha 16 ta / 13 ta haqiqiy) sabab bo'lgan.

Kondan kondensat qazib olish 1980-yildan 1996-yilgacha loyihadagi ko'rsatkichlardan oshib ketganligi aniqlandi, chunki qazib olingan gaz tarkibidagi haqiqiy potensial miqdori loyihada qabul qilingan tarkibga nisbatan [10].

1997-2006-yillarda kondensat qazib olishning qisqarishi, bu davrda yillik gaz olishda kechikish tufaylidir, 2009-2017-yillarda qazib olishning oshib ketishi 2013, 2016-2017-yillarda potensial kondensat tarkibining oshishi bilan bog'liq.

Bundan tashqari "Uchqir" oltingugurt ajratib olish qurilmasiga yetkazib berilayotgan gazning umumiy hajmini noto'g'ri taqsimlashi konlarda gazning alohida va individual hisobi yuritilmaganligidadir.

1980-1984-yillarda quduq usti ishchi bosimini past bo'lishiga sabab, bu davrda quduqlarning debiti 2,5 baravar ortiq bo'lganligi.

1985-yildan beri yillik gaz olish va quduqlarning o'rtacha debitining kamayishi natijasida loyiha ko'rsatkichlarining ishchi quduq usti bosimining oshib ketishi (2008-yil bundan mustasno).

Ishlab chiqarish davrining butun oralig'ida qatlam bosimi loyiha ko'rsatkichlaridan yuqori bo'lganligini, tasdiqlangan gaz zaxiralarining kam miqdorda hisoblangan ekanligi olib borilgan tadqiqotlar natijasida aniqlandi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, texnologik ishlatish ko'rsatkichlari o'zgarishini tezkor kuzatish va Uchqir gazkondensati konining XV gorizontidan uglevodorod qazib olishni samarali faollashtirish maqsadida quyidagilarga alohida e'tibor qaratish tavsiya etiladi:

- kondan qoldiq gaz zaxiralarini to'liq qazib olishga erishish uchun quduqlarni ishchi usti bosimi doimiy o'zgarmas sharoitida ishlatish;

- quduqlar nazorat qilinadigan ishchi usti bosim bilan ishlashi, ushbu hududda o'zlashtirilayotgan konlar guruhining Uchqir oltingugurt ajratib olish qurilmasida gazni tayyorlash va qayta ishlashning umumiy tizimiga bog'liq;

- gaz qazib olish tezligini faollashtirish uchun gaz qazib olish quduqlarini kompressor usuliga o'tkazish kerak, natijada quduq usti past bosim tufayli to'xtab turgan quduqlarni ishga tushirish uchun sharoit yaratiladi.

## Xulosa

Gaz zaxiralarini qayta hisoblash tavsiya etilib, tarkibida kam oltingugurtli Uchqir gazkondensat konini o'zlashtirish, loyiha ko'rsatkichlaridan chetga chiqqan holda amalga oshirilgan. Gazogidrodinamik tadqiqotlar muntazam va to'liq bajarilmagan. Uchqir gaz kondensati konining qoldiq zaxiralarini qazib olish samaradorligini oshirish uchun o'zlashtirish bo'yicha geologik va gidrodinamik nazoratni o'rnatish zarur. Quduqlar nazorat qilinadigan ishchi usti bosim bilan ishlashi, gaz qazib olish quduqlarini kompressor usuliga o'tkazish hamda mahsuldor gorizontlarda yangi quduqlar burg'ilash tavsiya etiladi.

## Adabiyotlar

- [1] Абдурахимов М.А. Совершенствование технологического процесса сероочистой установки // Сб. научн. тр. АО «УЗЛИТИНЕФТГАЗ».: Нефтепромысловая геология, разработка месторождений, подготовка и переработка нефти и газа, экономические исследования и промышленная безопасность. – Ташкент, 2021. – Выпуск 1. – С. 223-228.
- [2] Постановление Президента Республики Узбекистан ПФ-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».
- [3] Назаров У.С., Сайдахмедов Э.Э., Абдурахимов М.А., Ли Р.Ч., Кенджаев Б.Н. Принцип модернизации системы подготовки и переработки природного газа, доразработке месторождений углеводородного сырья // Монография. – Ташкент, 2021. – 270 с.
- [4] Makushev F.I., Petrenko E.I. va boshqalar. Uchqir konining XV gorizonti gaz konlarini o'zlashtirish loyihasi. Toshkent, 1978-yil.
- [5] Pak S.A., Kalendarev B.A. va boshqalar. O'zbekiston SSR Uchqirskoy konining geologiyasi va gaz va neft tarkibi (15.10.65 holatiga ko'ra gaz va neft zaxiralarini qidirish va hisoblash natijalari to'g'risidagi hisobot). Toshkent, O'zbekiston Respublikasi Davlat geologiya jamg'armalari.
- [6] Konlarni o'zlashtirishni geologik va gidrodinamik nazorat qilish to'g'risidagi Nizom. NGH39.0-247:2021.
- [7] Шевцов В.М. и др. Проект опытно-промышленной эксплуатации газоконденсатного месторождения Северный Бердах. Отчет о НИР АО «УзЛИТИнефТгаз» по теме ПУ 03.11/06.06, Ташкент. 2006 г.
- [8] Шевцов В.М. и др. Коррективы проекта опытно-промышленной эксплуатации газоконденсатного месторождения Шимолий Бердак. Отчет о НИР АО УзЛИТИнефТгаз, Ташкент. 2011 г
- [9] Sulonov N.N. Оценка применения технологии гидравлического разрыва пласта на объектах Культак-Камашинского инвестиционного блока //Innovatsion texnologiyalar jurnali, 2022-yil 2-son, 17-23 b.
- [10] Sulonov Nodir Normurodovich, Asadova Hulkar Boymanovna. Application of modern methods to intensify hydrocarbon production www.iejrd.com SJIF: 7.169 1 International Engineering Journal For Research & Development Vol.6 Issue 6. 2022- yil.



## TEXNIKA FANLARI / TECHNICAL SCIENCE

UO‘K 620.92:662.997

### “SHO‘RTAN GAZ KIMYO MAJMUASI” KORXONASI OQOVA SUVLARINING ISSIQLIGINI UTILIZATSIYA QILISH SAMARADORLIGI

**Abduraxmanova Nasiba Kuchkarovna**<sup>1,2</sup>- operatsion samaradorlik xizmati mutaxassisi,  
mustaqil izlanuvchi, ORCID: 0009-0000-1809-7056, E-mail: [nasiba03002@gmail.com](mailto:nasiba03002@gmail.com)

**Toshmamatov Bobir Mansurovich**<sup>2</sup>-katta o‘qituvchi,  
ORCID: 0000-0001-7051-5307, E-mail: [bobur160189@mail.ru](mailto:bobur160189@mail.ru)

<sup>1</sup>“Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” MChJ, Guzor t., O‘zbekiston  
<sup>2</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Jahonda issiqlik va yoqilg‘i-energiya resurslarini boshqarishning energiya tejamkor tizimlarini yaratishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan (QTEM) foydalanish bo‘yicha kuchli tendensiyalar kuzatilmoqda.*

*Ushbu maqolada “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” (“Sho‘rtan GKM”) MChJning ikkilamchi energiya manbalari (oqova suvlari)ning issiqligini QTEM va issiqlik nasosli qurilmalar (INQ) asosida utilizatsiya qilish orqali “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarini qo‘shimcha issiqlik energiyasi hamda tozalangan texnik suv bilan ta‘minlash imkoniyati ko‘rib chiqilgan.*

*“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi past haroratli oqova suvlari issiqligini utilizatsiya qilish va issiqlik ta‘minoti tizimlarida foydalanish samaradorligini hisoblashda oqova suvlarining fizik-kimyoviy, texnologik parametrlari, oqova suvlarning miqdori va issiqlik quvvatlarini tajribaviy tadqiqot, issiqlik-texnik va hisoblash kabi an‘anaviy usullardan foydalanilgan.*

*“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi past haroratli oqova suvlari issiqlik quvvatini oshirish, texnologik jarayonlar uchun tozalangan texnik suv, korxonada obyektlarini issiqlik bilan ta‘minlash imkonini beradigan, past haroratli oqova suvlar issiqligini quyosh-termik bug‘ kompressorlik issiqlik nasosi (BKIN) usulda utilizatsiya qilish, issiqlik va tozalangan texnik suv olishning texnologik sxemalari taklif qilingan bo‘lib, ularning issiqlik quvvati va energiya samaradorligi asoslangan.*

*Qashqadaryo viloyati meteorologik iqlim parametrlarini hisobga olib, taklif qilinayotgan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi past haroratli oqova suvlari issiqligini BKIN usulida utilizatsiya qilish natijasida yiliga 350~400 tonna shartli yoqilg‘i (ko‘mir) tejalishiga erishiladi.*

***Kalit so‘zlar:** oqova suv, ikkilamchi energiya manbalari, issiqlik nasosli qurilmalar, parabolaslindrik quyosh konsentrator, issiqlik ta‘minoti tizimi, energiya samaradorlik.*

УДК 620.92:662.997

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА СТОЧНЫХ ВОД ШУРТАНСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**Абдурахманова Насиба Кучкаровна**<sup>1,2</sup>- специалист службы операционной эффективности,  
самостоятельный соискатель

**Ташмаматов Бобир Мансурович**<sup>2</sup>-старший преподаватель,

<sup>1</sup>ООО «Шуртанский газохимический комплекс», Гузарский р-н., Узбекистан

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В мире наблюдаются сильные тенденции использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) при создании энергоэффективных систем для управления тепловыми и топливно-энергетическими ресурсами.*

*В данной статье рассмотрены возможности обеспечения очищенной технической водой и дополнительной тепловой энергией объектов предприятия ООО «Шуртан ГХК» за счет утилизации тепла вторичных источников энергии (сточных вод) ООО «Шуртанского газохимического комплекса» на базе солнечных и теплонасосных установок (ТНУ).*

*Проведено исследование физико-химических и технологических параметров сточных вод, расходов сточных вод, при расчете эффективности использования тепла низкотемпературных сточных вод в системах теплоснабжения предприятия ООО «Шуртан ГХК» использованы традиционные методы расчета теплоснабжения.*

*Представлена эффективность утилизации теплоты сточных вод ООО «Шуртан ГХК», для получения очищенной технической воды, а также обеспечения теплоснабжения объектов предприятия гелиотермическим (парокомпрессорным тепловым насосом) способом утилизации тепла низкотемпературных сточных вод. В работе предложены технологические схемы утилизации тепла с ПКТН и очищенной технической воды, исходя из их тепловой мощности.*

*С учетом параметров метеорологического климата Кашкадарьинской области в результате утилизации тепла низкотемпературных сточных вод предлагаемого ООО «Шуртан ГХК» по методу ПКТН будет сэкономлено 350~400 тонн условного топлива (уголь) в год.*

**Ключевые слова:** *сточные воды, вторичные источники энергии, теплонасосные устройства, параболоцилиндрический солнечный концентратор, система теплоснабжения, энергоэффективность.*

UDC 620.92:662.997

## EFFICIENCY OF HEAT UTILIZATION OF WASTEWATER OF “SHURTAN GAS-CHEMICAL COMPLEX” ENTERPRISE

**Abdurakhmanova, Nasiba Kuchkarovna**<sup>1,2</sup> - operational efficiency service specialist, independent researcher (PhD)

**Tashmamatov, Bobir Mansurovich**<sup>2</sup> - senior lecturer

<sup>1</sup>“Shurtan GChC” LLC, Guzar d., Uzbekistan

<sup>2</sup> Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *In the world, there are strong trends in the use of renewable energy sources (RES) in the creation of energy-efficient systems of management of heat and fuel-energy resources.*

*In this article, by utilizing the heat of secondary energy sources (wastewater) of “Shurtan Gas-Chemical Complex” LLC on the basis of RES and heat pump devices (HPD), the objects of the enterprise “Shurtan GChC” LLC with additional heat energy and purified technical water the possibility of provision was considered.*

*The authors conducted an experimental study of the physico-chemical and technological parameters of waste water in this article. The quantity and heat capacity of waste water, in the calculation of the efficiency of utilization of low-temperature waste water heat in the heat supply systems of the enterprise “Shurtan GChC” LLC, heat-traditional methods such as technical and calculation were used.*

*According to the authors, the enterprise “Shurtan GChC” LLC increased the heat capacity of low-temperature wastewater, purified technical water for technological processes, and provided the heat of the enterprise’s facilities with solar-thermal (steam compressor heat pump (SCHP) heat of low-temperature wastewater Technological schemes of disposal, heat and purified technical water are proposed in the SCHP) method, based on their heat capacity and energy efficiency.*

*Taking into account the parameters of the meteorological climate of Kashkadarya region, as a result of the utilization of the heat of the low-temperature wastewater of the proposed “Shurtan GChC” LLC by the SCHP method, 350~400 tons of conventional fuel (coal) will be saved per year.*

**Keywords:** waste water, secondary energy sources, heat pump devices, parabolic cylindrical solar concentrator, heat supply system, energy efficiency.

## Kirish

Dunyoda an’anaviy yoqilg‘i-energiya resurslari zaxiralarining kamayib borishi va atrof-muhitga ekologik yuklamaning ortib borishi natijasida an’anaviy energiya resurslarini tejash va ulardan oqilona foydalanish juda dolzarb muammoga aylanmoqda. Bugungi kunda energiya muammosi global tus olib, energetika bazasini qayta qurish, ekologik toza, qayta tiklanadigan energiya manbalari va past potentsialli ikkilamchi energiya manbalaridan foydalanish tobora rivojlanib bormoqda [1, 2, 3].

Sanoat korxonalarida ikkilamchi energiya resurslari (IER) – yoqilg‘ining yonishida hosil bo‘ladigan tutun gazlarining issiqligi, texnologik jarayonlarda va qurilmalarda sovitishdan keyingi tashlandiq suv va havo issiqligi, ventilyatsiya havosining issiqligi, texnologik ikkilamchi suv bug‘lari, oqova hamda kanalizatsiya suvlari issiqligi va h.k.z. kabilar past potentsialli IER hisoblanadi [4].

Neft va gazni qayta ishlash korxonalarida oqova suvlar bilan katta miqdorda past potentsialli issiqlik atrof-muhitga tashlanadi va ekologik zarar keltiradi.

Neft va gaz sanoatida ishlatiladigan suv uglevodorod birikmalari, turli tuzlar va mexanik aralashmalar bilan aralashib, ifloslanadi, ularni qayta ishlatish va tashlab yuborishdan oldin texnik jihatdan tozalanishi kerak.

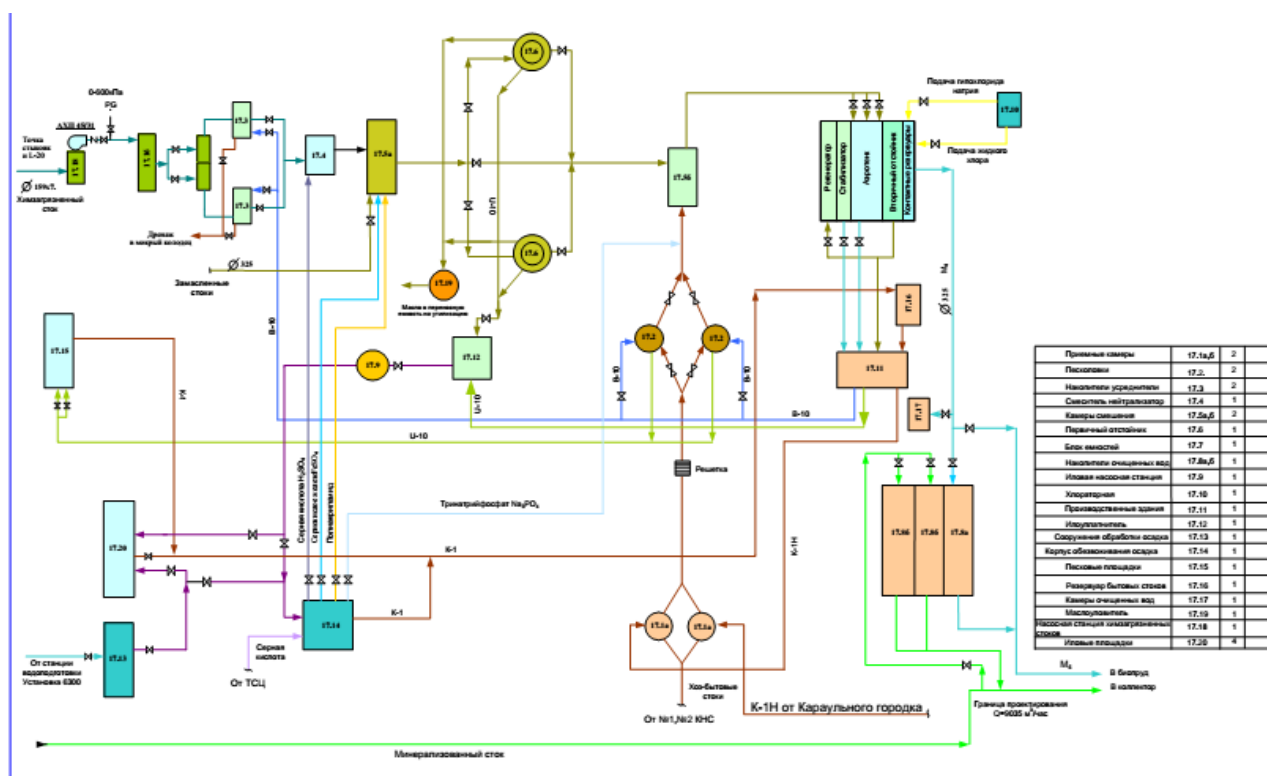
“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasining oqava suvlari korxonaning ishlab chiqarish va maishiy faoliyati jarayonida hosil bo‘ladigan suyuq aralashmalik chiqindilardir. Ular erigan va erimagan suyuq, qattiq va gazsimon moddalar aralashmasi bo‘lgan suvni ifodalaydi.

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasida hosil bo‘ladigan oqova suvlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari (1-jadval) va oqova suvlarni qayta ishlash uchun mo‘ljallangan 6400 qurilmaning texnologik sxemasi 1-rasmda ko‘rsatilgan.

## 1-jadval

**“Sho‘rtan GKM” EAL 11.06. 2024-yil uchun oqova suv tahlili natijalari**

Komponentlar nomi (talablar)	Aniqlangan komponentlar qiymati (talablar)	
	Me‘yoriy hujjat bo‘yicha	Amaldagi holat bo‘yicha
	<b>Biologik hovuz, chiqish</b>	
pH	6,5-8,5	8,16
Muallaq moddalar, mg/l	30	30
Azot ammoniy, mg/l	2,0	1,8
Nitrit ioni, mg/l	3,3	0,066
Nitrat ioni, mg/l	45	8,3
Xloridlar, mg/l	350	329
Neft mahsuloti, mg/l	0,3	0,22
Fosfat ioni, mg/l	1,0	0,36
Sulfat ioni, mg/l	500	472
Quruq qoldiq, mg/l	1000	976
Temir ioni (+3), mg/l	0,3	0,12
Erigan kislorod, mg/l	4-6	5,42
BPK, mg/l	6,0	-
XPK, mg/l	40	36,0



1-rasm. 6400 qurilmasining texnologik sxemasi.

1-rasmdan ko‘rinadiki “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi texnologik jarayonlar natijasida kimyoviy ifloslangan, moyli va minerallashgan oqova suvlar hosil bo‘ladi.

Amaliyotda oqova suvlarning past potentsialli issiqligini utilizatsiya qilish, turli usullar asosida qayta ishlash amalga oshiriladi. Korxonalarda oqova suvlarning issiqligini utilizatsiya qilish, ya’ni IER sifatida qayta foydalanish muhim ilmiy-texnik ahamiyatga ega.

Xususan, issiqlik nasosli qurilmalar to‘liq ishga aylanadigan energiyaning ma’lum bir qismini sarflash hisobiga past potentsialli ikkilamchi energiya resurslari energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi [5]. Ushbu turdagi qurilmalardan foydalanishning eng muhim xususiyati uning past potentsialli energiyaga nisbatan ko‘p funksiyali ekanligidir. Bu yoqilg‘i-energetika resurslari balansini optimallashtirishga imkon beradi.

Mamlakatimizda ham turli past potentsialli ikkilamchi energiya resurslari manbalariga ega bo‘lib, hozirgi vaqtda IER larni utilizatsiya qilish undan amaliyotda energiya ta’minoti tizimlarda samarali foydalanish yo‘lga qo‘yilmagan. Ayniqsa, “Sho‘rtan GKM” MChJning ikkilamchi energiya manbalari (oqova suvlari)ning yillik miqdori 0,9÷1,0 mln. tonna, soatlik sarfi 115 m<sup>3</sup>/soat bo‘lib, o‘rtacha harorati esa 20÷35 °C ni tashkil qiladi.

### Usul va materiallar

Ikkilamchi energiya resurslaridan qayta foydalanish, ya’ni utilizatsiya qilish energiya tejamkorligining asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu masalani ilmiy asoslash uchun korxonaning, sexning, texnologik qurilma va jarayonlarning issiqlik balansini hisoblash va modellashtirishni taqozo qiladi [8, 9].

Ushbu maqolada mualliflar tomonidan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi IER asosiy manbalari, oqova suvlarning fizik-kimyoviy, texnologik parametrlari, miqdorlari va issiqlik quvvatlari tajribaviy tadqiqot, issiqlik-texnik va hisoblash kabi an’anaviy usullardan foydalangan holda aniqlangan.

Olib borilgan tajribaviy tadqiqotlar, o‘lchov va nazorat ishlari asosida “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi IER asosiy manbalari, ularning issiqlik-texnik parametrlari 2-jadvalda keltirildi.

**2-jadval**

**“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining asosiy issiqlik-texnik parametrlari**

T/r	Oqova suv (IER) parametrlari	Belgilanishi	O‘lchov birligi	Miqdori
1	Sarfi	$G_s$	$m^3/soat$	115
2	Yillik miqdori	$G_{yil}$	$m^3/yil$	900 000÷1 000 000
3	Bosimi	$p$	MPa	0,05÷0,25
4	Harorati	$t$	°C	22,4÷35
5	Issiqlik quvvati	$Q$	kVt	3 346

1-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinadiki, “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining texnik potentsiali 3 346 kVt ni tashkil qiladi. Ushbu potentsial parabolatsindrik quyosh konsentratori va issiqlik nasosli qurilmalar yordamida “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarini isitish, issiq suv va tozalangan texnik suv bilan ta’minlash uchun ishlatilishi mumkin.

“Sho‘rtan GKM” korxonasi oqova suvlarining issiqlik quvvatini quyidagi tenglama yordamida aniqlaymiz:

$$Q = G_{oq.s.} \cdot c_p \cdot \Delta t, \quad (1)$$

bu yerda,  $Q$ -issiqlik quvvati,  $kVt$ ;  $G_{oq.s.}$ -oqova suv sarfi,  $\frac{m^3}{sek}$ ;  $c_p$ -oqova suvning issiqlik sig‘imi,  $\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$ ;  $\Delta t$ -haroratlar farqi, °C.

1-formula yordamida “Sho‘rtan GKM” korxonasi oqova suvlarining issiqlik quvvatini hisoblandi va ularning energetik ko‘rsatkichlari 3-jadvalda keltirildi.

**3-jadval**

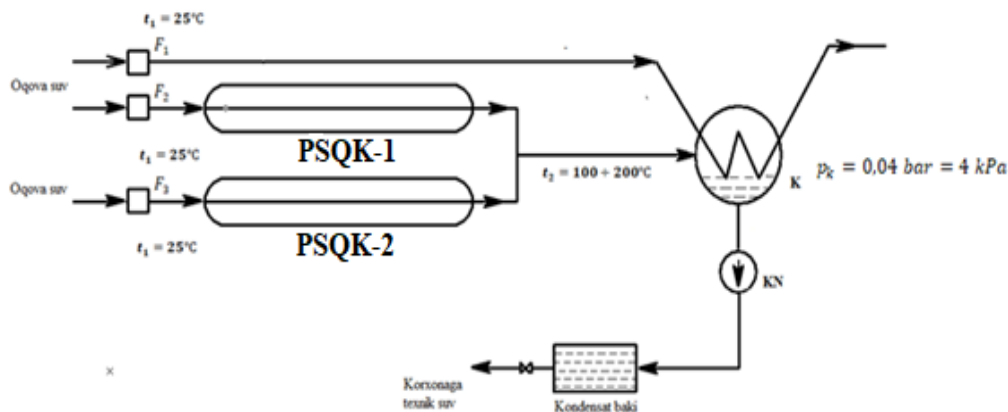
**“Sho‘rtan GKM” korxonasi oqova suvlarining energetik ko‘rsatkichlari**

T/r	Kattalik	Belgilanishi	O‘lchov birligi	Miqdori	MDj hisobida	Shartli yoqilg‘i t.sh.yo.
1	Issiqlik quvvati	$Q$	kVt	3 346	$12 \cdot 10^3$	-
2	Sutkalik issiqlik quvvati	$Q_{sut}$	kVt/soat	80 308	$289 \cdot 10^3$	9,841
3	Yillik issiqlik quvvati	$Q_{yil}$	kVt/soat	$29,3 \cdot 10^6$	$105 \cdot 10^6$	3 605

Mualliflar tomonidan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqlik quvvatini oshirish, texnologik jarayonlar uchun texnik toza suv, korxonada obyektlarini issiqlik va issiq suv bilan ta’minlash imkonini beradigan, oqova suvlarini quyosh-termik bug‘ kompressorli issiqlik nasosi (BKIN) usulda qayta ishlash, issiqlik va texnik suv olishning texnologik sxemalari ishlab chiqilgan (2-4-rasmlar).

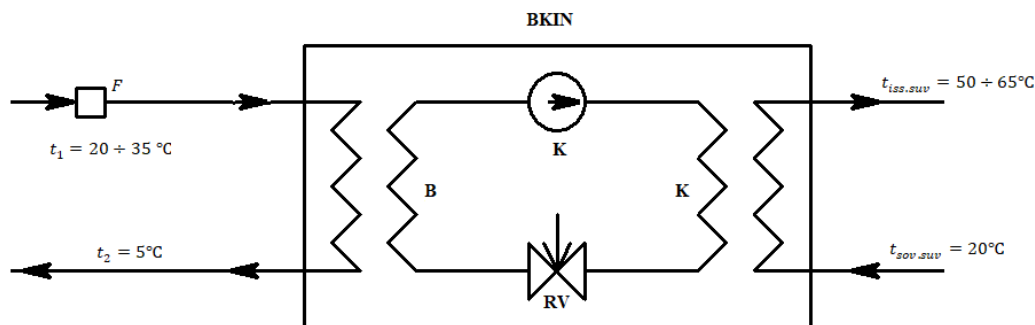
2-rasmda ko‘rsatilgan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarini quyosh-termik usulda qayta ishlash, issiqlik va texnik suv olishning texnologik sxemasi “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlari haroratini parabolatsindrik quyosh konsentratori yordamida oshirib, texnologik jarayon uchun texnik toza suv olish imkonini beradi.





**2-rasm. “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqligini parabolatsindrik quyosh konsentratori asosida utilizatsiya qilish sxemasi:**

$F_1, F_2, F_3$ -filtrlar, PSQK-parabolatsindrik quyosh konsentratori, K-kondensator (теплообменник), KN-kondensat nasosi.



**3-rasm. “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqligini BKIN asosida utilizatsiya qilish sxemasi.**

3-rasmda “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlari past potentsialli issiqligini BKIN asosida oshirish orqali “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarini issiqlik energiyasi bilan ta’minlash imkonini beradigan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqligini BKIN asosida utilizatsiya qilish sxemasi taklif qilingan bo‘lib, hosil qilingan issiqlik energiyasi “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarining issiqlik ta’minoti tizimlarida foydalanilishi mumkin.

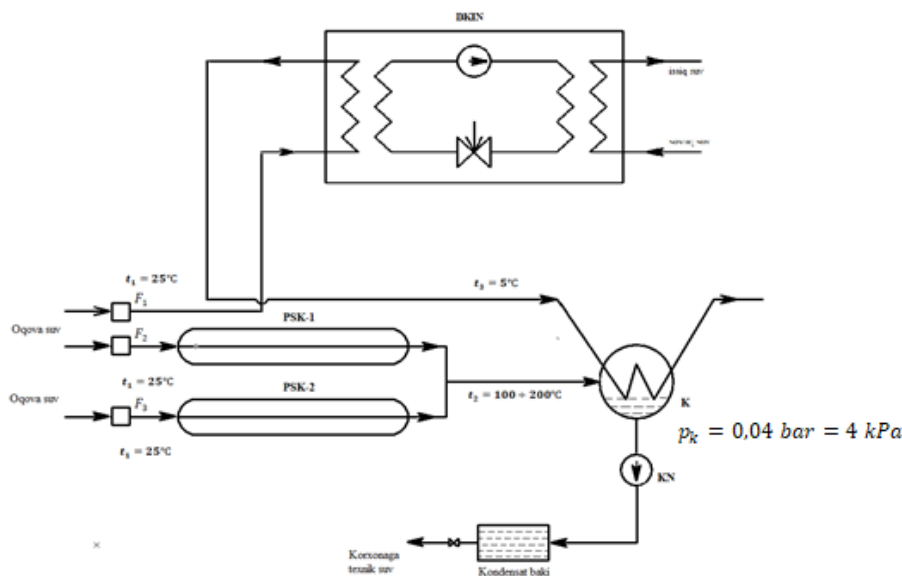
INQ elektr energiyasi iste’molini oshirish bilan bir qatorda oqova suvlarining past potentsialli energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi va natijada u butunlay foydali ishga aylanadi [10].

Issiqlik nasosli qurilmalar turli maqsadlarda ishlatilishi mumkin. Jumladan, texnologik jarayonlarni isitish va sovitish, binolarni isitish va havoni maromlash, turli ehtiyojlar uchun suvni isitish, bug‘ ishlab chiqarish, havoni quritish va namsizlantirish, bug‘latish, distillash va h.k. [2].

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarining isitish davrida oqova suvlarining issiqligini INQ yordamida utilizatsiya qilinishi natijasida olinadigan issiqlik miqdorini quyidagi tenglama yordamida hisoblaymiz:

$$Q_{oq.s.} = G_{oq.s.s.} \cdot c_p \cdot \rho_{oq.s.} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \varphi \cdot n_{is.t.}, \quad (2)$$

bu yerda,  $G_{oq.s.s.}$ -oqova suvning sutkalik sarfi -  $2760 \frac{m^3}{sutka}$ ;  $c_p$ -oqova suvning issiqlik sig‘imi —  $1 \frac{kcal}{(kg \cdot ^\circ C)}$ ;  $\rho_{oq.s.}$ -oqova suvning zichligi —  $998 \frac{kg}{m^3}$ ;  $t_1, t_2$ -oqova suvning issiqlik nasosiga kirishdagi o‘rtacha harorati —  $27^\circ C$  va chiqishdagi harorati —  $5^\circ C$ ;  $\varphi$ -issiqlik nasosining isitish koeffitsiyenti —  $3 \div 4$ ;  $n_{is.t.}$ -isitish mavsumining davomiyligi — 132 sutka (Qashqadaryo viloyati misolida).



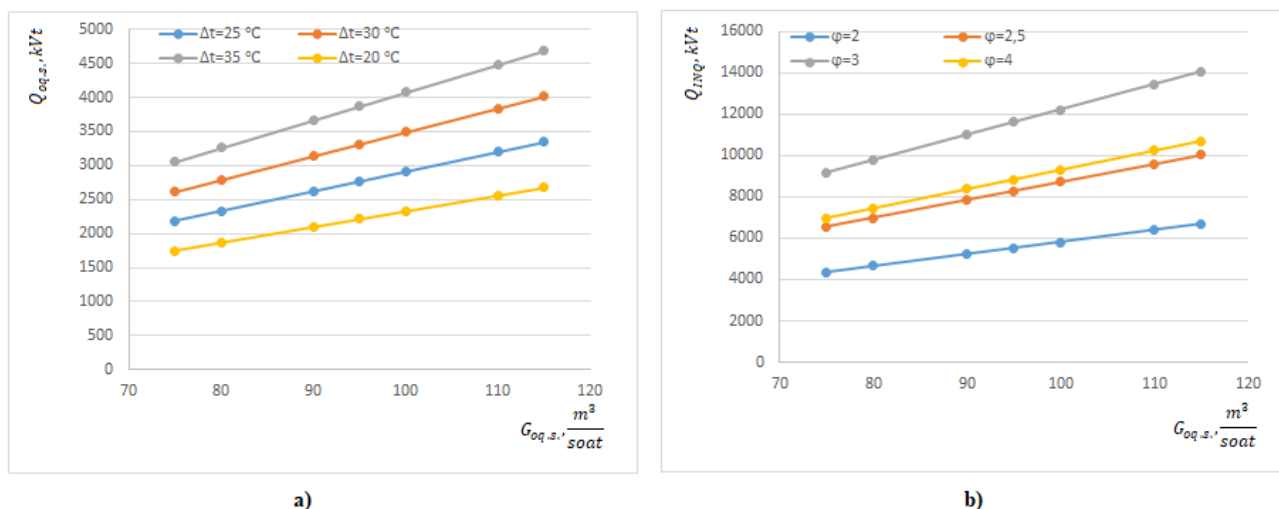
**4-rasm. “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqligini kombinatsiyalashgan PSQK-BKIN asosida utilizatsiya qilish sxemasi.**

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarining isitish davrida oqova suvlarining issiqligini INQ yordamida utilizatsiya qilinishi natijasida olinadigan issiqlik miqdorini 2 ifoda yordamida, berilgan parametrlar asosida hisoblaymiz:

$$Q_{oq.s.} = 2\,760 \cdot 1 \cdot 998 \cdot (27 - 5) \cdot 3 \cdot 132 = 2\,666,33 \frac{Gkal}{yil}$$

Hisob natijalaridan ko‘rinib turibdiki, bir isitish mavsumida “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvning issiqligini INQ yordamida utilizatsiya qilinishi natijasida  $2\,666,33 \frac{Gkal}{yil}$  issiqlik energiyasi olinishi va “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi obyektlarini isitish tizimini issiqlik energiyasi bilan ta‘minlash imkonini beradi. Yil davomida esa  $24,2 \cdot 10^6$  kVt/soat, yoki  $87,2 \cdot 10^6$  MDj, yoki  $2,97 \cdot 10^6$  kg, yoki 2970 tonna shartli yoqilg‘i tejalishiga erishiladi.

Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqlik quvvati ( $Q_{oq.s.}$ , kVt) va uni INQ yordamida utilizatsiya qilinishida olingan issiqlik quvvatlari ( $Q_{INQ}$ , kVt)ning, oqova suvlarining sarfi, haroratlar farqi ( $\Delta t$ , °C) va issiqlik nasosining isitish koeffitsiyenti ( $\varphi$ )ning o‘zgarishi inobatga olingan holda hisoblangan natijalar 5-a va b-rasmlarda ko‘rsatilgan.



**5-rasm. a- Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqlik quvvati, b-Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining issiqligini INQ yordamida utilizatsiya qilinishida olingan issiqlik quvvati.**

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvning issiqligini INQ yordamida utilizatsiya qilinishi natijasida INQning bug‘latkichiga kirishdagi oqova suvning o‘rtacha harorati 27 °C dan 5÷10 °C gacha pasaytirilishi mumkin. Issiqlik ta‘minoti tizimidan INQ kondensatoriga kirayotgan issiqlik tashuvchining harorati 20 °C dan 50÷75 °C gacha oshiriladi va issiqlik ta‘minoti tizimiga uzatiladi.

### Xulosa

Dastlabki hisoblar shuni ko‘rsatadiki, Qashqadaryo viloyati meteorologik iqlim parametrlarini hisobga olib, taklif qilinayotgan “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi past haroratli oqova suvlari issiqligini BKIN usulida utilizatsiya qilish natijasida yiliga 350÷400 tonna shartli yoqilg‘i (ko‘mir) tejalihsiga erishiladi. Natijada, oqova suvlarning issiqligini utilizatsiya qilish orqali isitish mavsumida 284000-325000 kubometr gaz, yiliga esa 780000-800000 kubometr yoqiladigan gaz iqtisod qilinishi mumkin.

### Adabiyotlar

- [1] Uzakov G., Khamraev S., Khuzhakulov S. Rural house heat supply system based on solar energy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, 1030(1), 012167.
- [2] Uzakov G.N., Toshmamatov B.M., Khusenov A.A., Nurmanov Sh.Kh. Geothermal systems for autonomous heat supply of local facilities // Alternative energy, 2021, T. 3. No. 3. P. 41-46.
- [3] Toshmamatov B.M., Rakhmatov O.I., Valiyev S.T., Nurmanov Sh.Kh. Hybrid heat power based on geothermal energy corrects heat-technical parameters//Alternative energy, 2023, T. 9. No. 2. Pages 72-82.
- [4] Uzakov G.N., Davlanov Kh.A., Toshmamatov B.M., Kamolov B.I. Analysis of hybrid heating systems for residential buildings using renewable energy sources //Alternative energy, 2023, T. 8. No. 1. P. 9-15.
- [5] Uzakov G.N., Davlanov Kh.A., Toshmamatov B.M. Energy efficient systems and technologies using alternative energy sources //Alternative energy, 2021, T. 1. P. 7-19.
- [6] Milova L. Thermal pumps for water systems of heating and hot water supply // Bathroom equipment, heating, conditioning, 2009, No. 4. P. 50 – 58.
- [7] Gubanov M. M. Features of the German legislation in the field of energy saving and application of renewables//Industrial power, 2013, No. 1. P. 54 61.
- [8] Islam M.A. and Aldaihani F.M.F., Justification for adopting qualitative research method, research approaches, sampling strategy, sample size, interview method, saturation, and data analysis// Journal of International Business and Management, 2022.5(1), pp.01-11.
- [9] Herez A., Hage H.E., Lemenand T., Ramadan M., Khaled M.: Review on photovoltaic/thermal hybrid solar collectors: Classifications, applications and new systems//Solar Energy, 2020, 207, 1321–1347.
- [10] Kudratov J., Toshmamatov B. Justification of heat-technical parameters of hybrid heat and hot water supply system //European international journal of multidisciplinary research and management studies. Volume 03 Issue 09. (2023).

UO‘K 662.997

## BUG‘ KOMPRESSORLI ISSIQLIK NASOSINING ISSIQLIK-ENERGETIK PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH

**Uzoqov G‘ulom Norboyevich**- texnika fanlari doktori, professor,  
ORCID: 0009-0005-7386-8075, E-mail: [uzoqov66@mail.ru](mailto:uzoqov66@mail.ru)  
**Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich** – doktorant (PhD),  
ORCID: 0000-0002-2992-3533, E-mail: [elmurodov\\_nuriddin@mail.ru](mailto:elmurodov_nuriddin@mail.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot ishida past haroratli manba asosida ishlaydigan issiqlik nasosining termodinamik sikli va uning parametrlarini tajribada tadqiq qilish asosida, Qarshi shahri sharoitida binolarning energiya ta‘minoti tizimlariga issiqlik nasoslarini joriy etishning energiya samaradorligi baholangan.

Tajriba o‘tkazish jarayonlarida past haroratli manbaning to‘rtta 5 °C, 10 °C, 15 °C va 20 °C haroratlarida issiqlik nasosining energiya samaradorligi aniqlandi. Ishchi suyuqlik sifatida ozon uchun xavfsiz bo‘lgan R134a freon ishlatilgan.

Past haroratli issiqlik manbai harorati ko‘tarilishi bilan issiqlik nasosining energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti ortishi kuzatildi. Tadqiqotlar davomida past haroratli manbaning turli haroratlarida issiqlik nasosining energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti qiymati 2,1 dan 3,5 gacha o‘zgarganligi aniqlandi. Shuningdek, 3,5 ga teng energiya o‘zgartirish koeffitsiyentiga 20 °C haroratli issiqlik manbadan foydalanilganda erishildi.

Olib borilgan tajriba natijalari Qarshi shahri sharoitida past haroratli manbaning turli haroratlarida issiqlik nasosining energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti qiymati 2 dan katta bo‘lganligi uchun issiqlik nasosini issiqlik ta‘minoti tizimlarida qo‘llash samarali yechim ekanligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** issiqlik nasosi, past haroratli manba, termodinamik sikl, entalpiya, entropiya, energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti, kompressor siqish ishi.

УДК 662.997

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПАРОКОМПРЕССИОННОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА

**Узаков Гулом Норбоевич**- доктор технических наук, профессор  
**Эльмуродов Нуриддин Сайитмуродович** – докторант (PhD)

Каршинский инженерно экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В данной работе на основе исследования термодинамического цикла теплового насоса, работающего на низкотемпературном источнике тепла, и экспериментального изучения его параметров обоснована энергетическая эффективность внедрения тепловых насосов в системе теплоснабжения зданий в условиях города Карши.

В ходе экспериментов определялась энергетическая эффективность теплового насоса при четырех температурах низкотемпературного источника: 5 °C, 10 °C, 15 °C и 20 °C. В качестве рабочей жидкости использовался озонобезопасный фреон марки R134a.

Было установлено, что коэффициент преобразования энергии теплового насоса увеличивается с увеличением температуры низкотемпературного источника тепла. В ходе исследований было установлено, что коэффициент энергоэффективности теплового насоса при различных температурах низкотемпературного источника изменялся от 2,1 до 3,5.

Также достигнут коэффициент преобразования энергии 3,5 при использовании источника тепла с температурой 20 °С.

По результатам проведенных экспериментов использование теплового насоса в системах теплоснабжения является эффективным решением, так как значение коэффициента преобразования энергии теплового насоса превышает 2 при различных температурах низкотемпературного источника в условиях города Карши.

**Ключевые слова:** тепловой насос, источник низкой температуры, термодинамический цикл, энтальпия, энтропия, коэффициент преобразования энергии, работа сжатия компрессора.

UDC 662.997

## STUDY OF HEAT AND ENERGY PARAMETERS OF A VAPOR-COMPRESSION HEAT PUMP

**Uzakov, Gulom Norboevich** - Doctor of Technical Sciences, Professor  
**Elmurodov, Nuriddin Saitmurodovich**- Doctoral student (PhD)

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** In this research work, the energy efficiency of the introduction of heat pumps into the energy supply systems of buildings in the conditions of Karshi city was evaluated based on the thermodynamic cycle of the heat pump operating on the basis of a low-temperature source and the experimental research of its parameters.

During the experiments, the energy efficiency of the heat pump was determined at four temperatures 5 °C, 10 °C, 15 °C and 20 °C of the low-temperature source. R134a freon, safe for ozone, was used as the working fluid.

It was observed that the energy conversion coefficient of the heat pump increases with the increase in the temperature of the low-temperature heat source. During the research, it was found that the value of the energy conversion coefficient of the heat pump at different temperatures of the low-temperature source changed from 2.1 to 3.5. Also, an energy conversion coefficient of 3.5 was achieved when a heat source with a temperature of 20 °C was used.

Based on the results of the conducted experiment, it shows that the use of the heat pump in the heat supply systems is an effective solution, as the value of the energy conversion coefficient of the heat pump is greater than 2 at different temperatures of the low-temperature source in the conditions of Karshi city.

**Keywords:** heat pump, low temperature source, thermodynamic cycle, enthalpy, entropy, energy conversion coefficient, compressor's compression work.

### Kirish

Yoqilg'i-energetika kompleksi korxonalarida, ijtimoiy soha obyektlarida tabiiy energiya resurslarini tejash, moddiy resurslarni va energiya tejovchi texnologiyalarni ishlab chiqish, ularning samaradorligini oshirish va atrof muhitga ta'sirini kamaytirish, energetika sohasining rivojlanishida muhim omillar hisoblanadi. Bino va inshootlarda energiyani tejash uchun energiya ishlab chiqarish va undan foydalanishni modernizatsiya qilish, binolarda issiqlik yo'qotilishini kamaytirish, isitish uskunalarni tanlash hamda ishlatishni optimallashtirish orqali erishish mumkin [1]. Bugungi kunda tabiiy energiya resurslarining tanqisligi sababli, energiya tejash uchun noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish katta iqtisodiy ahamiyatga ega. Shuning uchun



energiya sarfini minimallashtirish va atrof-muhit uchun ekologik xavfsiz muqobil energiya manbalari asosidagi qizdirish tizimlarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biridir [2-5].

Respublikamizning janubidagi Qarshi shahri sharoitida yashash binolari isitish uchun qizdirish tizimlarida an'anaviy energiya manbalaridan foydalaniladi. Shu qatorda energiya iste'moli katta bo'lgan yopiq suzish basseynlari binolarida ham energiya resursi sifatida tabiiy gaz ishlatiladi. Quyosh energiyasidan foydalanish va uni binolarning qizdirish tizimlariga tatbiq etishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli qizdirish tizimidir. Quyosh hovuzli issiqlik nasoslarining samaradorligini oshirish uchun uning maksimal imkoniyatlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

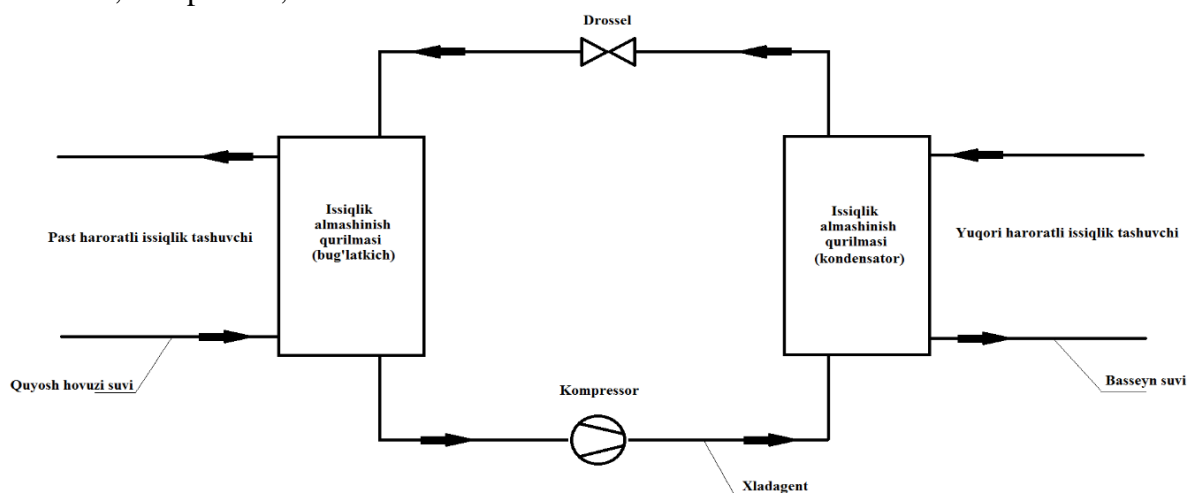
Jahonda issiqlik nasoslari Shvetsiya, Norvegiya, Finlyandiya, Yaponiya, Kanada va shu kabi mamlakatlarda keng qo'llaniladi [6]. Masalan, Daniyada 2013-yildan boshlab turar-joy binolarida gazli va suyuq yonilg'i qozonlarini o'rnatish taqiqlangan [7]. Iste'molchilar markaziy isitish tizimiga ulanishgan yoki issiqlik nasoslarini o'rnatishgan. Jahon energetika agentligi ma'lumotlariga ko'ra, 2030-yilga borib Yevropa mamlakatlarining issiqlik nasoslaridan issiqlik energiyasini ishlab chiqarish salohiyati 50% ni tashkil qiladi [8].

Issiqlik nasosi ishlashi uchun kompressor elektr energiyasini sarflagan holda past haroratli manbadan issiqlikni olish orqali isitish va issiq suv ta'minoti uchun suv yetkazib berish imkonini beradi. Jahonda past haroratli manbaga ega issiqlik nasoslarini issiqlik-energetik parametrlarini o'rganish, ularning samaradorligini oshirish va turli qizdirish tizimlariga tatbiq etish borasida olimlar tomonidan ko'plab tadqiqotlar olib borilgan va muayyan natijalarga erishilgan. Lekin Respublikamizning janubiy hududlarida past haroratli manbaga ega issiqlik nasoslarining issiqlik-energetik parametrlarini ilmiy asoslash borasida yetarlicha tadqiqot ishlari olib borilmagan.

### Uslub va materiallar

Ushbu tadqiqotning maqsadi Respublikamizning janubiy hududlarida binolarning isitish tizimlarida past haroratli manbaga ega issiqlik nasoslarini qo'llashning maqsadga muvofiqligini aniqlash hamda uning issiqlik-energetik parametrlarini eksperimental o'rganishdan iborat.

Bug' kompressorli issiqlik nasosi tuzilishi (1-rasm) 4 ta elementdan iborat: bug'latkich, kondensator, kompressor, drossel.



1-rasm. Suv-suvli issiqlik nasosi sxemasi

Bug'latkichda freonning suyuq fazadan gazsimon fazaga o'tish jarayoni sodir bo'ladi. Freonning harorati va bosimi oshishi bilan birga kompressor uni siqadi. Kompressordan yuqori bosim va haroratda chiqqan freon issiqligini yuqori haroratli basseyn suviga uzatadi va kondensatsiyalanadi. Freonning gaz fazadan suyuq fazaga o'tish jarayoni sodir bo'ladi. So'ng suyuq fazadagi freonning bosim va harorati drossel qurilmasida boshlang'ich qiymatlarigacha kamayadi.

Issiqlik nasoslaridan issiqlik ta'minotida foydalanishda uni isitishning boshqa usullariga nisbatan asosiy afzalligi energiya xarajatlarini sezilarli darajada tejash mumkinligidir. Chunki issiqlik nasosi iste'mol qiladigan elektr energiyasiga nisbatan 3-5 baravar va undan ham ko'proq issiqlik energiyasini ishlab chiqarish imkoniyatiga ega [9].

Shu sababli, Respublikamizning janubiy hududlarida, jumladan Qarshi shahri hududlarida energiya tejovchi texnologiyalarni, xususan katta energiya iste'moliga ega binolarning (suzish basseynlarining) suv qizdirish qozonxonalarida yoqilg'ini sarfini kamaytirish uchun issiqlik nasosini joriy etish dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi past haroratli manbaning turli haroratlari uchun issiqlik nasosi ishlash samaradorligini aniqlashdan iborat.

Ushbu qizdirish tizimini hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar: past haroratli issiqlik tashuvchining bug'latkichga kirish va chiqishdagi haroratlari ( $t_{b1}, t_{b2}$ ), yuqori issiqlik tashuvchining kondensatorga kirish va chiqishdagi haroratlari ( $t_{k1}, t_{k2}$ ). Atrof-muhit harorati, bug'latkich va kondensatordan chiquvchi issiqlik tashuvchi hamda freon haroratlari farqi aniqlandi. Xladagent sifatida ozon qatlami uchun xavfsiz freon R134a ishlatildi.

Freonning bug'lanish harorati quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi [10]

$$t_{f1} = t_{b2} - \Delta t_b, \quad (1)$$

bu yerda  $t_{f1}$  — freonning bug'lanish harorati, °C;  $t_{b2}$  — past haroratli manba harorati, °C;  $\Delta t_b$  - harorat farqi, °C.

So'ng freon R134a ning p-h diagrammasidagi 1-nuqtada freonning bug'lanish harorati  $t_{f1}$  ga ko'ra, shu nuqtadagi entalpiya  $h_1$  va bug'lanish bosimi  $P_b$  aniqlanadi.

Berilgan bug'ning o'ta qizish harorati  $\Delta t_f$  va bug'lanish harorati  $t_{f1}$  asosida kompressorning kirish qismidagi freon harorati aniqlandi [11]:

$$t_{1a} = t_{f1} - \Delta t_f. \quad (2)$$

1a nuqtadagi harorat  $t_{1a}$ , bug'lanish bosimi  $P_b$  va xuddi shu nuqta uchun  $h_{1a}$  entalpiya qiymati topiladi.

Kondensatorda issiqlik issiq freondan basseyn suviga o'tkaziladi. Kondensatorning chiqish joyidagi basseyn suvining harorati va harorat farqi asosida freon kondensatsiya harorati hisoblanadi:

$$t_{f3} = t_{k2} - \Delta t_k, \quad (3)$$

bu yerda  $t_{f3}$  - freonning qaynash harorati, °C;  $t_{k2}$  - basseyn suvining kondensatordan chiqishdagi harorati °C;  $\Delta t_k$  harorat farqi, °C.

To'yingan holatda R134a freonining termodinamik xususiyatlari jadvaliga ko'ra kondensatsiya harorati  $t_{f3}$  asosida issiqlik nasosining ishlash davrining 3 nuqtasi va entalpiya  $h_3$  va kondensatsiya bosimi  $P_k$  qiymatlari aniqlanadi.

1a nuqtadan o'tuvchi doimiy entropiya chizig'i  $S_1$  va 3 nuqtadan o'tuvchi  $P_k$  kondensatsiya bosimi izobar chizig'ining kesishmasida kompressor tomonidan adiabatik siqilishning oxiriga to'g'ri keladigan 2a nuqta aniqlanadi. Freonning termodinamik xossalari jadvali yoki diagrammasi yordamida  $h_{2a}$  entalpiyasi aniqlanadi.

$h_2$  entalpiyasini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi [12]

$$h_2 = h_1 + \frac{h_{2a} - h_1}{\eta_k}, \quad (4)$$

bu yerda  $\eta_k$  - kompressorning adiabatik samaradorligi, uni quyidagi ifoda bilan hisoblash mumkin:

$$\eta_k = 0,98 \frac{273 + t_a}{273 + t_{f3}}, \quad (5)$$

bu yerda  $t_a$  -atrof-muhit harorati, °C.

Entalpiya  $h_2$  bosim  $P_k$  qiymatlariga asoslanib issiqlik nasosi freon aylanish siklining 2 nuqtasi aniqlanadi.  $h_{3a}$  entalpiyasini hisoblash va 3a nuqtani aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$h_{3a} = h_3 - (h_{1a} - h_1). \quad (6)$$

4 nuqta kattaliklari  $h_{3a}$  entalpiya qiymati va  $P_k$  bosimi asosida aniqlanadi.

Shundan so'ng nuqtalarning topilgan entalpiya qiymatlari asosida issiqlik nasosi bug'latkichi va kondensatorining issiqlik yuklamalari hisoblanadi. Bug'latkichning issiqlik yuklamasi  $Q_b$  quyidagiga teng:

$$Q_b = h_1 - h_4. \quad (7)$$

Kondensatorning issiqlik yuklamasi  $Q_k$  issiqlik nasosining basseyn suviga bergan issiqlik yuklamasiga teng:

$$Q_k = Q_{i.n.} = h_2 - h_3 \quad (8)$$

Kompressorning siqish ishi  $L_{ish}$  quyidagicha hisoblanadi:

$$L_{ish} = h_2 - h_{1a} \quad (9)$$

Issiqlik nasosining energiya o'zgartirish koeffitsiyenti  $\varphi$  kondensatorida basseyn suviga o'tkazilgan issiqlik yuklamasining, kompressorda siqishga sarflangan ishga nisbati bilan aniqlanadi:

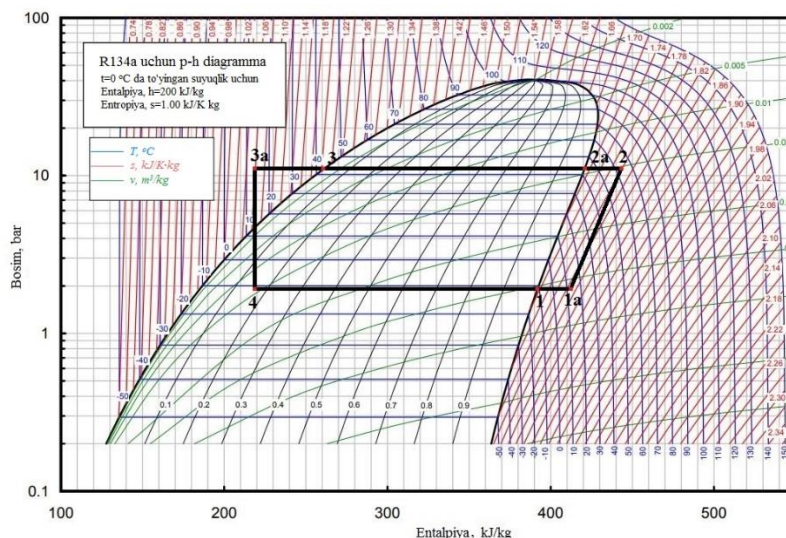
$$\varphi = \frac{Q_k}{L_{ish}} \quad (10)$$

### Natijalar va munozara

Tajribalarni amalga oshirishda quyidagi dastlabki ma'lumotlar aniqlandi: kondensatoridan chiqishdagi basseyn suvining harorati 30 °C va kondensatorga kirishdagi basseyn suvining harorati 25 °C, atrof-muhit harorati 15 °C, bug'latkichdagi va kondensatoridagi harorat farqi 25 °C, issiqlik almashinish qurilmasidagi bug'ning qizib ketish harorati 41 °C.

Past haroratli manbaning turli haroratlari uchun issiqlik nasosi samaradorligini aniqlaymiz. Birinchi holda 5 °C haroratdagi past haroratli manba uchun issiqlik nasosining samaradorligi ko'rsatkichlarini aniqlaymiz.

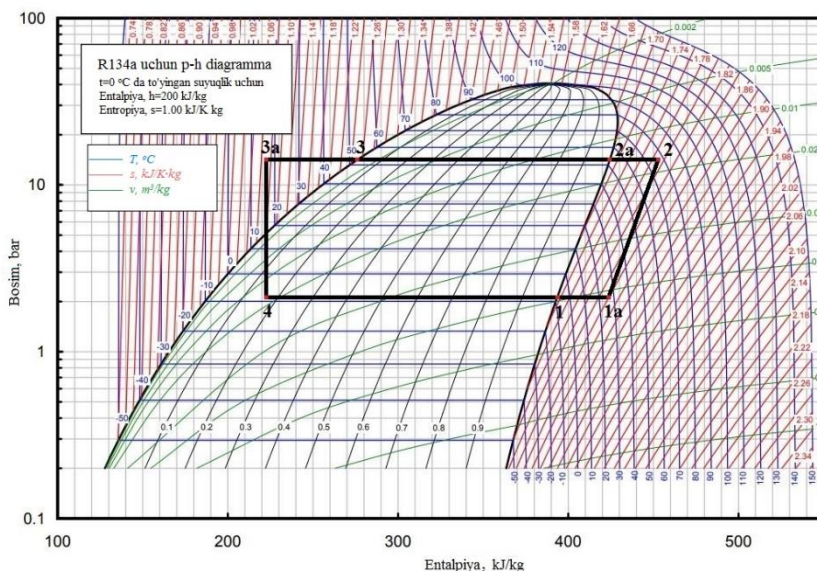
2-rasmda ushbu tajriba natijalari uchun issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammasi ko'rsatilgan.



2-rasm. Issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammasi ( 5 °C harorat uchun)

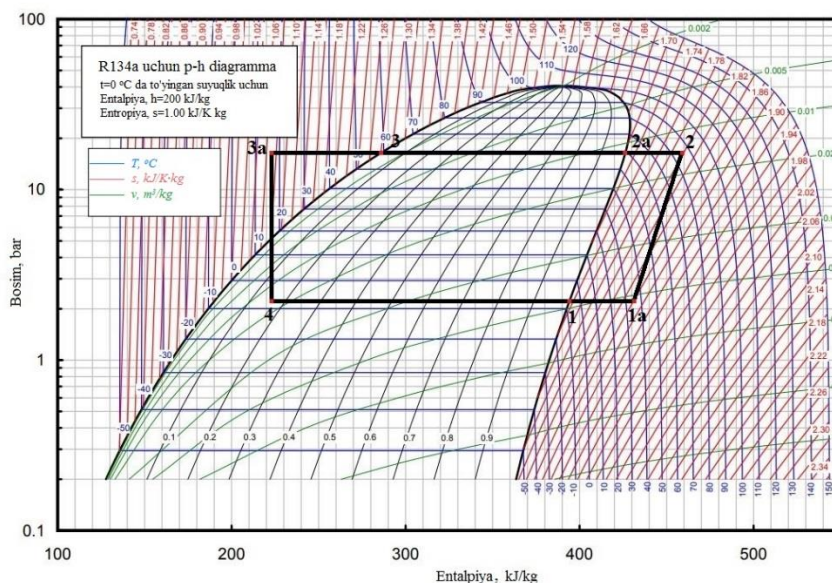
Ushbu tajriba o'lov va hisoblash natijalari asosida issiqlik nasosining energiya o'zgartirish koeffitsiyenti  $\varphi = 2,1$  qiymatgacha ko'tarildi, ya'ni kompressor motori ishlashi uchun sarflangan 1 kVt elektr energiyasidan kondensatorda 2,1 kVt issiqlik energiyasi hosil bo'ladi.

Ikkinchi holda past haroratli manbaning harorati  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  bo'lgan holat uchun issiqlik nasosi samaradorligi ko'rsatkichlarini aniqlaymiz. Bunda basseyn suvining kondensatorga kirishdagi va chiqishdagi harorati deyarli o'zgarishsiz qoldi. Kondensator va bug'latkich orasidagi harorat farqi  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  tashkil qildi. Bug'ning qizib ketish harorati esa ushbu holatda  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  tashkil etdi. Issiqlik nasosining energiya o'zgartirish koeffitsiyenti  $\varphi = 2,55$  qiymatgacha ko'tarildi (3-rasm).



**3-rasm. Issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammasi (  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  harorat uchun)**

Uchinchi holatda harorati  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  bo'lgan issiqlik manba tanlandi. Bunda issiqlik nasosining energiya samaradorlik koeffitsiyenti  $\varphi = 2,91$  qiymatgacha ko'tarildi (4-rasm).



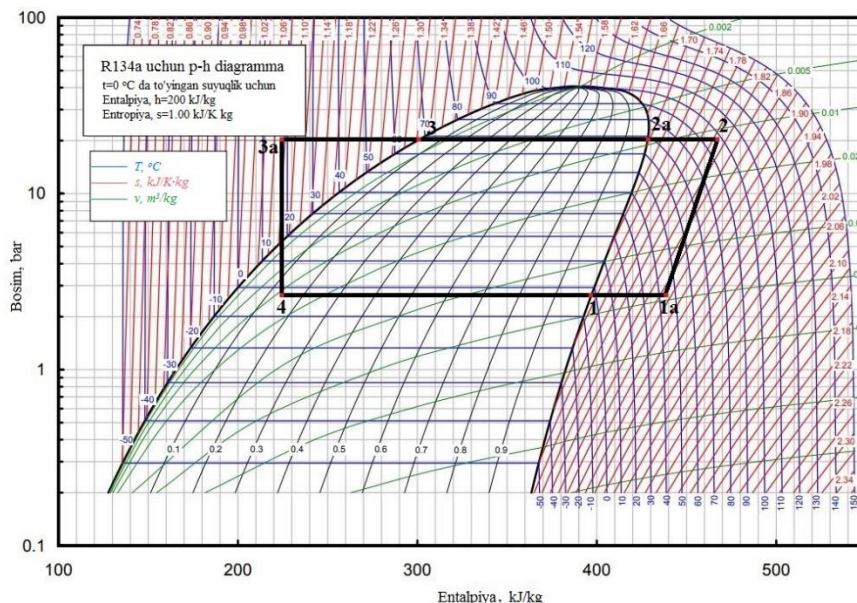
**4-rasm. Issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammasi (  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  harorat uchun)**

To'rtinchi holatda esa  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  haroratli issiqlik manbai tanlangan. Ushbu holatda kondensator va bug'latkich orasidagi harorat farqi  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  tashkil qildi. Issiqlik nasosi kondensatorining issiqlik



almashinish qurilmasida bug‘ning qizib ketish harorati 69 °C ga, energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti  $\varphi = 3,5$  qiymatgacha ko‘tarilganligi aniqlandi.

Har bir past haroratli issiqlik manbai uchun issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammalari keltirildi (4-rasm).



**5-rasm. Issiqlik nasosi termodinamik siklining h-lgp diagrammasi ( 20 °C harorat uchun)**

Freon aylanish davrining turli nuqtalarida freon parametrlari va past haroratli manbaning turli haroratlari uchun issiqlik nasosi energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti quyidagi jadvalda keltirildi.

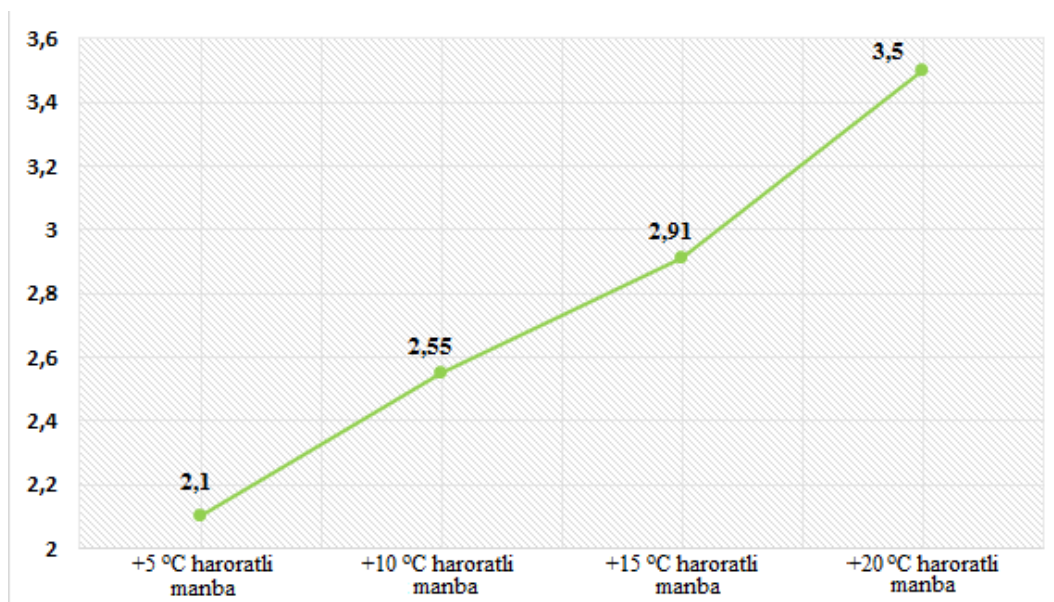
**Jadval**

**Bug‘ kompressorli issiqlik nasosining asosiy termodinamik parametrlari**

Issiqlik nasosi parametrlari	Past haroratli manba (+ 5 °C)	Past haroratli manba (+ 10 °C)	Past haroratli manba (+ 15 °C)	Past haroratli manba (+ 20 °C)
1-nuqtadagi entalpiya, $h_1$ (kJ/kg)	392	395	395	399,8
1a-nuqtadagi entalpiya, $h_{1a}$ (kJ/kg)	413	425	431,5	440
2-nuqtadagi entalpiya, $h_2$ (kJ/kg)	443	453	469	465
3a-nuqtadagi entalpiya, $h_{3a}$ (kJ/kg)	218	221,8	222,5	224
4-nuqtadagi entalpiya, $h_4$ (kJ/kg)	218	221,8	222,5	224
$\varphi$	2,1	2,55	2,91	3,5

Issiqlik nasosi energiya o‘zgartirish koeffitsiyentining bug‘lanish moslamasining kirish qismidagi past haroratli manbaning haroratiga bog‘liqligi grafigi keltirilgan (6-rasm). Unda manba haroratining oshishi bilan issiqlik nasosi energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti qiymatining oshishi kuzatilgan. Energiya o‘zgartirish koeffitsiyenti va past haroratli manba haroratining o‘rtasidagi bog‘liqlik kompressorning siqish ishi bilan bog‘liq  $L_{ish}$ , chunki asosiy energiya iste‘moli siqish paytida sodir bo‘ladi. Past haroratli manbaning harorati oshishi bilan issiqlik nasosining elektr energiya yo‘qotishlari kamayadi.





**6- rasm. Issiqlik nasosi energiya o'zgartirish koeffitsiyentining ( $\varphi$ ) issiqlik manbai haroratiga bog'liqlik grafigi**

Olib borilgan 4 ta tajriba jarayonlarida, issiqlik nasosi energiya o'zgartirish koeffitsiyenti 20 °C haroratli manbada yuqori ko'rsatkichni ko'rsatdi va uning qiymati tajriba jarayoni davomida  $\varphi = 3,5$  qiymatgacha ko'tarilganligi aniqlandi.

### Xulosa

Olib borilgan tajriba natijalari asosida Qarshi shahri sharoitida past haroratli manbaning turli haroratlarida issiqlik nasosining energiya o'zgartirish koeffitsiyenti 2 dan katta qiymatga ega bo'ldi, bu esa issiqlik nasosini isitish tizimlarida qo'llash samarali yechim ekanligini ko'rsatadi. Shu sababdan Qarshi shahri hududlarida issiqlik nasoslarini joriy etish maqsadga muvofiq.

Tadqiqotlar davomida past haroratli manbaning turli haroratlarida issiqlik nasosining energiya o'zgartirish koeffitsiyenti qiymati 2,1 dan 3,5 gacha o'zgarganligi aniqlandi.

Issiqlik nasosining bug'latkichida past haroratli manba suvining harorati 2 °C dan 20 °C oralig'ida o'zgarganligi tajriba o'lchov natijalari asosida aniqlandi. Kondensatordagi iste'molchiga beriladigan suvning harorati esa 15 °C dan 53,5 °C haroratgacha ko'tarildi.

### Adabiyotlar

- [1] Uzakov, G.N., Elmurodov, N. S., Axmedov, N. N. (2022). Suzish basseynlarining energiya balansi tahlili. *Innovatsion texnologiyalar*, 3(3 (47)), 21-27.
- [2] Uzakov G. N. Efficiency of joint operation of greenhouses and solar greenhouses // *Applied Solar Energy*. – 2010. – T. 46. – №. 4. – C. 319-320.
- [3] Santa R., Garbai L. The mathematical model and numerical simulation of the heat pump system // *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*. – 2013. – T. 11. – №. 4. – C. 271.
- [4] Elmurodov N., Davlonov K. Yassi reflektorli quyosh hovuzining samaradorligini tadqiq qilish // *Innovatsion texnologiyalar*. – 2023. – T. 52. – №. 3.
- [5] Uzakov G. et al. Mathematical modeling the heat balance of a solar pond device // *BIO Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2023. – T. 71. – C. 02023.
- [6] Кряклина И. В. Математическая модель и оптимизация параметров работы теплового насоса // *Перспективы науки*. – 2014. – С. 76.
- [7] Santa R. Investigations of the performance of a heat pump with internal heat exchanger

- 
- //Journal of thermal analysis and calorimetry. – 2022. – Т. 147. – №. 15. – С. 8499-8508.
- [8] Реев В. Г., Утум Д. С. Г. Расчет цикла теплового насоса при различных источниках низкопотенциального тепла в условиях Арктики Республики Саха (Якутия) //Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2023. – №. 2 (20). – С. 25-34.
- [9] Kharchenko V. et al. Monitoring system of a heat pump installation for heating a rural house using low-grade heat from a surface watercourse //Journal of Sensor and Actuator Networks. – 2020. – Т. 9. – №. 1. – С. 11.
- [10] Трубаев П. А., Гришко Б. М. Тепловые насосы. – 2010. – С. 16-24.
- [11] Sychov, A., Kharchenko, V., Vasant, P., & Uzakov, G. (2019). Application of various computer tools for the optimization of the heat pump heating systems with extraction of low-grade heat from surface watercourses. In Intelligent Computing & Optimization 1 (pp. 310-319). Springer International Publishing.
- [12] Kharchenko V. V., Sychov A. O., Uzakov G. N. Innovative instruments for extraction of low-grade heat from surface watercourses for heating systems with heat pump //Innovative Computing Trends and Applications. – 2019. – С. 59-68.

UO‘K 656.078, 656.001

## QAROR DARAXTI YORDAMIDA AVTOMASHINA OQIMINI BASHORAT QILISH

**Rasulmuxamedov Maxamadaziz Maxamadaminovich** - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent, ORCID: 0000-0001-8404-3013, E-mail: [mrasulmuxamedov@mail.ru](mailto:mrasulmuxamedov@mail.ru)

**Tashmetov Komoliddin Shuxrat o‘g‘li**- doktorant (PhD),  
ORCID: 0000-0001-9793-8836, E-mail: [tashmetov1993@gmail.com](mailto:tashmetov1993@gmail.com)

**Tashmetov Timur Shuxratovich**-assistent,  
ORCID: 0009-0008-1872-4564, E-mail: [tima2605@gmail.com](mailto:tima2605@gmail.com)

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu ishda Toshkent shahri halqa yo‘lining Bog‘ishamol ko‘chasi bilan kesishgan chorrahada transport oqimini o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqotning obyekti sifatida transport oqimi va uning dinamik ko‘rsatkichlari, ya‘ni intensivligi, zichligi va tezlik kabilar tadqiqot uchun o‘rganilgan va qayta ishlangan. Tadqiqotda qo‘yilgan asosiy masala, qaror daraxti yordamida transport oqimini bashorat qilish va buning asosida transport harakatini boshqarish masalalari olingan. Shu bilan birga ushbu ishda yo‘l harakatiga to‘sqinlik qiluvchi omillar tahlili va bu omillarni kamaytirish bo‘yicha fikrlar keltirilgan. Tahlil natijalarida hozirgi kunda jadal rivojlanib kelayotgan yo‘nalishlarga alohida urg‘u berilib, bunda mashinani o‘rgatish, neyron tarmoqlari va intellektual transport tizimlari kabi texnologiyalarni transport sohasiga tobora kirib kelayotgani aniqlangan. Bu yo‘nalishlarning ichidan mashinani o‘qitish yo‘nalishining algoritmi, usuli va modellari tahlil qilingan. Qilingan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, qaror daraxti, tasodifiy o‘rmon va gradient boosting kabi modellar transport oqimini bashorat qilishda keng qo‘llanilishi ma‘lum bo‘ldi. Ushbu ishda qaror daraxti yordamida ham Toshkent halqa yo‘li va Bog‘ishamol ko‘chasining yo‘llardagi transport oqimini bashorat qilish modeli yaxshi natijalarni ko‘rsatdi. Bu ko‘rsatkichni baholashda determinatsiya koeffitsiyenti qo‘llanildi va uning ko‘rsatkichi 92% ni ko‘rsatdi. Bu bashorat uchun yaxshi ko‘rsatkich ekanligi aniqlandi.

**Kalit so‘zlar:** Transport oqimi, tirbandlik, bashorat, algoritmi, model, qaror daraxti, mashinani o‘rgatish modellari, determinatsiya koeffitsiyenti, entropiya.

УДК 656.078, 656.001

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА С ПОМОЩЬЮ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ

**Расулмухамедов Махамадазиз Махамадаминович**-кандидат физико-математических наук,  
доцент

**Ташметов Комолиддин Шухратович**-докторант (PhD)  
**Ташметов Тимур Шухратович**-ассистент

Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В данной работе исследован транспортный поток на пересечении кольцевой дороги города Ташкента с улицей Богущамол. В качестве объекта исследования было изучено движение транспорта и его динамические показатели, такие как интенсивность, плотность и скорость, которые были изучены и переработаны. Основная проблема, поставленная в исследовании, заключалась в прогнозировании движения транспорта с помощью дерева решений, и на основе этого решения были рассмотрены вопросы управления транспортным движением. Вместе с этим был проведен анализ

факторов, влияющих на дорожное движение, и высказаны предложения по их снижению. В результате анализа было выявлено, что в настоящее время особое внимание уделяется развитию таких направлений, как машинное обучение, нейронные сети и интеллектуальные транспортные системы, которые активно внедряются в транспортную сферу. В рамках этих направлений был проведен анализ алгоритмов, методов и моделей машинного обучения. Проведенный анализ показал, что такие модели, как дерево решений, случайный лес и градиентный бустинг, широко используются для прогнозирования движения транспорта. В данной работе также с помощью дерева решений была разработана модель прогнозирования движения транспорта на улице Богишамол в городе Ташкенте, которая показала хорошие результаты. Для оценки данного показателя был использован коэффициент детерминации, который показал 92% точности. Это свидетельствует о хорошем прогностическом значении данной модели.

**Ключевые слова:** транспортный поток, перегруженность, прогнозирование, алгоритм, модель, дерево решений, модели машинного обучения, коэффициент детерминации, энтропия.

UDC 656.078, 656.001

## PREDICTION OF VEHICLE FLOW USING DECISION TREE

**Rasulmukhamedov, Mahamadaziz Mahamadaminovich**- Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

**Tashmetov, Komoliddin Shukhratovich**- Doctoral student (PhD)

**Tashmetov, Timur Shukhratovich**-Assistant

Tashkent State Transport University, Tashkent city, Uzbekistan

**Abstract.** This paper explores the traffic flow at the intersection of the ring road of Tashkent city with Bogishamol Street. The study focuses on the movement of traffic and its dynamic indicators, such as intensity, density, and speed, which were studied and reprocessed. The main problem addressed in the research was forecasting traffic flow using decision trees, and based on this solution, issues related to traffic management were considered. Alongside this, an analysis of factors affecting traffic flow was conducted, and suggestions for their reduction were proposed. The analysis revealed that special attention is currently being paid to the development of areas such as machine learning, neural networks, and intelligent transportation systems, which are actively being implemented in the transportation sector. Within these areas, an analysis of algorithms, methods, and models of machine learning was conducted. The analysis showed that models such as decision trees, random forests, and gradient boosting are widely used for traffic flow prediction. In this work, a decision tree was also used to develop a model for predicting traffic flow on Bogishamol Street in Tashkent city, which showed good results. The coefficient of determination was used to evaluate this indicator, which showed an accuracy of 92%. This indicates the good predictive value of this model.

**Keywords:** traffic flow, congestion, prediction, algorithm, model, decision tree, machine learning models, coefficient of determination, entropy.

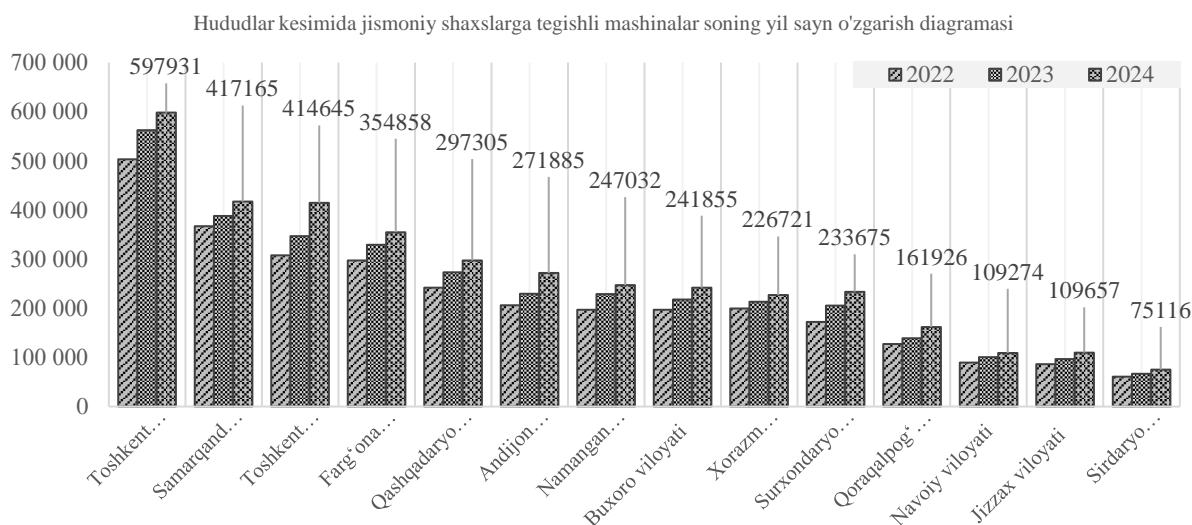
### Kirish

Oxirgi bir necha yillar ochiq ommaviy axborot vositalarida Toshkent shahrining avtotransport tirbandliklari dolzarb mavzulardan biri bo'lib kelmoqda. Uning kelib chiqish sabablari va yechimlari maxsus tashkilotlar, korxonalar, universitetlar va mustaqil izlanuvchilar tomonidan o'rganilmoqda. Tirbandliklarni kelib chiqishi bir nechta omillar ta'sirida yuz kelishi haqida ma'lumotlar berilmoqda. Ularga asosan oxirgi o'n yilliklarda Toshkent shahrida transport vositalarini keskin ortib borishi

sabablariga qurilish va ta'mirlash ishlarining ortishi, yo'l transport hodisalarining yuz berishi, transport infratuzilmasining mavjud avtotransport oqimi talabiga mos emasligi va noqulay ob-havo sharoitlarini keltirish mumkin. Ushbu omillarning har birini to'liq tahlil qilish natijasida, ularning transport oqimiga ta'sirini kamaytirish yechimi topishga erishish mumkin.

O'zbekiston Statistika agentligining ma'lumotlariga ko'ra 2024-yilning 1-yanvar holatiga ko'ra, O'zbekistonda shaxsiy avtomashinalar soni 3 759 045 tani tashkil etgan. Bu ko'rsatkichlar bir yil avval 3 396 520 tani tashkil etgan. Bu ma'lumotlar ustida ma'lum arifmetik amallarni bajarib, 1 yil ichida umumiy hisobda avtomashinalar soni 362 525 taga ya'ni 11 foizga ortganligini aniqlashimiz mumkin [13]. Keltirilgan avtomashinalar sonini hududlar kesimiga bo'lib yuborsak, quyida keltirilgan diagramma hosil bo'ladi (1-rasm). Bu yerda ma'lumot 3 yil ichida hududlar kesimida qanday o'zgarishini va har bir hududlarda umumiy hisobda qancha shaxsiy yengil avtotransport vositasi borligini ko'rsatadi. Bu diagrammadan shu ko'rinib turibdiki Toshkent shahri mashinalar soni bo'yicha yetakchi o'rinda turibdi [20]. Shu bilan birga bizga ma'lumki, Toshkentda joylashgan ishlab chiqaruvchi korxonalar, zavod, fabrika, ta'lim beruvchi universitet, maktab, o'quv kurslari va shunga o'xshash tashkilotlarga boshqa hududlardan shaxsiy mashinasida, ushbu tashkilotlarda ishlaydigan xodimlar va talaba-o'quvchilar kirib keladi. Natijada bu ko'rsatkich aslida bundan kattaroq bo'lishi mumkin. Buning natijasida avtotransport oqimi, yo'lning o'tkazish qobiliyatidan oshib ketib tirbandliklarni keltirib chiqaradi. Bu tirbandliklar asosan biz bilgan tig'iz paytga ya'ni ertalab soat 8:00-10:00 gacha bo'lsa, kechki payt 17:00-19:00 gacha davom etadi.

Toshkent shahrida oxirgi bir necha yillarda inshoot qurilishi va ta'mirlash bo'yicha katta ishlar olib borilmoqda. Bu o'z navbatida shahar ichida yuk mashinalarini keskin ortishiga, ta'mirlash ishlari tufayli yo'llarning o'tish qobiliyatining pasayishiga, sabab bo'lmoqda va buning natijasida ham, tirbandliklar kelib chiqmoqda.



**1-rasm. Hududlar kesimida avtomashina sonining o'zgarish grafigi.**

Yo'l transport hodisalarining yuz berishi, noqulay ob-havo sharoiti natijasida ham yo'lning o'tkazish qobiliyati pasayishi sababli tirbandliklar kelib chiqishi hammaga ma'lum omillardan sanaladi.

Yo'l infratuzilmasining zamon talabiga mos kelmasligi tufayli, tirbandliklarning kelib chiqish mumkinligi masalasi, ko'plab olimlar tomonidan o'rganilgan bo'lib, nomuvofiq yo'l harakatini boshqarish tizimlari tirbandliklar keltirib chiqarishi aniqlangan. Bunday omillarga izlanuvchi olimlar tomonidan bir qancha model, usul va algoritmlar tatbiq qilingan bo'lib, bular hozirgi kungacha takomillashtirilmoqda.

Davlatimiz tomondan ham, yuqorida keltirilgan salbiy omillar ustida chora-tadbirlar ishlab chiqilmoqda va malakali mutaxassis olimlar tomonidan tadqiqot ishlari bajarilmoqda. Ushbu ishda



xuddi shu omillarni kamaytirish uchun avtotransport oqimini bashorat qilish masalalari ko'rib chiqilgan.

### Material va metodlar

Yuqorida aytilganidek mashinalar soning keskin ortishini, tizimlarning zamon talabiga mos kelmasligi, qurilishlarning keskin ortishi natijasida, nafaqat bizning yurtimizda, balkim boshqa davlatlarda ham, tirbandliklar ortib bormoqda. Buning ustida ko'plab olimlar tomonidan o'zining amaliy va nazariy tajribalarini qo'llagan holda tirbandliklarni kamaytirish masalalari o'rganilmoqda. Xususan [1-11, 16-18] maqolalarni tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, olimlar tomonidan bunday masalalarni yechimini topishda, hozirgi kunda shiddat bilan rivojlanib kelayotgan mashinani o'rgatish (MO') usul va algoritmlari, sun'iy intellekt tizimlari, neyron tarmoqlari, genetik algoritmlar, noaniq mantiq, ekspert tizimlari kabilar qo'llanilib kelinmoqda. Bu usul va algoritmlar yordamida avtotransport oqimini bashorat qilish, yo'l harakati tizimlarini boshqarish va boshqa ko'plab masalalarga yechim topilmoqda.

MO' algoritmlari yordamida avtotransport oqimini bashorat qilish va bu bashorat yordamida intellektual transport tizimlarini (ITS) boshqarish ustida [10, 16] adabiyotlarda izlanishlar olib borilgan bo'lib, bu izlanishlarda avtotransport oqimini bashorat qilishda qo'llaniladigan algoritmlarning taqqoslama tahlili keltirilgan. Bunda 3 turdagi algoritmlar: qaror daraxti (Decision Tree QD), tayanch vektorlar metodi (SVM) va tasodifiy o'rmon (Random Forest TO') tahlil qilingan.

Yuqoridan (havodan) olingan geofazoviy tasvirlarning tahlili bo'yicha qaror daraxtidan foydalangan holda avtotransport oqimini bashorat qilish ustida izlanishlar [3, 11] adabiyotlarda keltirilgan bo'lib, izlanuvchilar tomonidan see5 tizimini qo'llagan holda QD yaratganlar. Izlanishlar natijasi qaror daraxtini avtotransport oqimini bashorat qilishda qo'llash yaxshi natijalar berishini ko'rsatgan.

ITS tizimlarida yo'l harakati xavfsizligi ham, muhim o'rin tutgani tufayli [2] ishda bu masala ko'rib chiqilgan. Izlanuvchilar tomonidan asosiy obyekt sifatida chorraha tahlil qilingan bo'lib, bu eng xavfli mashina va piyodalarni kesishadigan joyi deb olingan. Bunda izlanuvchilar avtotransport oqimini o'rganish natijasida yo'l harakatida sodir bo'ladigan to'qnashuvlarni bashorat qilish mumkinligi va buning uchun MO' algoritmlari tahlilini amalga oshirishgan. Tahlilda izlanuvchilar tomonidan hozirgi kunda keng qo'llanilib kelinayotgan modellar olingan bo'lib, bularga: gradient boosting regressiya daraxti (Gradient Boosting Regression Tree GBRT), TO' va ekstremal gradient boosting (Extreme Gradient Boosting XGB) kiradi. Izlanuvchilar tomonidan tahlil natijalari to'liq yoritilgan bo'lib, unda tajriba jadvallari va diagrammalari berilgan. Tajribada regression masalalarni yechishda qo'llaniladigan ko'rsatkich (metrika) formulalari keltirilgan va uning MO' algoritmlarini o'rgatishda muhim o'rin kasb etilishi qayd etilgan. Tajribaning asosiy xulosasi shundan iborat bo'lganki, unda ITS tizimlarida transport oqimlarini aniq bashorat qilish muhimligi ko'rsatilgan.

Transport oqimlarini bashorat qilishning vaqtga nisbatan bir necha ko'rinishlari mavjud bo'lib, ular: uzoq vaqtga va qisqa vaqtga qaratilgan bashoratlarga bo'linadi [5, 17]. Ushbu ishlarda izlanuvchilar tomonidan TO', QD va ko'rsatgichlarga ega bo'lmagan regressiya kabi modellardan foydalangan holda bashorat modellari ishlab chiqilgan. Tadqiqotning xulosasiga ko'ra TO' yordamida tuzilgan model o'zini qisqa vaqt bashoratlari yaxshi ko'rsatgan. TO' algoritmining asosida ham QD algoritmi keng qo'llaniladi. Bunga sabab QD algoritmining o'zi ishlagan holatda ham yaxshi natija ko'rsatishidir. TO'da bu QD larning bir qanchasining o'rtacha arifmetigini hisoblagan holda bashorat qilishiga asoslangan.

Yana bir tadqiqot [4] shuni ko'rsatadiki QD algoritmi yordamida Buyuk Britaniya bo'ylab trafik soni bo'yicha bashorat 88,2% aniqligi ko'rsatgan. Bu natija izlanuvchilarning bir qancha modellarni tahlili asosida kelib chiqqan bo'lib, unda ular tomonidan k-eng yaqin qo'shnilar usuli (k-nearest neighbors KNN) va xatolikni kamaytirish daraxti (REPTree) kabi modellarni qo'llagan holda natijalar olishgan va ularning ichida REPTree modeli yuqoridagi qiymatni ko'rsatgan.

**Qaror Daraxti.** Ushbu ishda faqat qaror daraxti QD yordamida bizning chorrahamizdan o'tayotgan transport oqimi bashorat qilishda qo'llaymiz. Uning asosiy ko'rsatkichlari va

algoritmalarini ko‘rgan holda tahlil natijalarini olamiz va uni bizning chorrahamizga mosligini aniqlab olamiz.

QD guruhlash va regression masalalarda keng qo‘llaniladigan modellardan biri bo‘lib, uning struktura chizmasi xuddi daraxtga o‘xshaganligi tufayli ushbu nom berilgan. Qaror daraxti 3 ta elementdan tashkil topgan bo‘lib, bunda asosiy element daraxtning ildizi hisoblanadi. Ildiz QD ga uzatiladigan ma‘lumotlar to‘plamining barchasi shu yerdan boshlanib, boshqa tugunlarga uzatiladi. Keyingi element bu tugunning o‘zi bo‘lib, bunda ma‘lumotlar ma‘lum belgilarga ko‘ra shartlar bo‘yicha boshqa tugunlarga bo‘linadi. Daraxtimizning oxirgi elementlaridan biri bu barg hisoblanib, bunda masalamizning oxirgi qarori yechimi chiqadi.

Qaror daraxtining tugunlariga tushadigan shartlarni tanlashda berilgan ma‘lumotlar to‘plamini qaysi belgilar va qanday ko‘rsatkichlar yordamida taqsimlanishini aniqlash uchun ma‘lumot entropiyasidan foydalaniladi. Bu esa o‘z navbatida maqsadli funksiyaga ta‘sirini o‘tkazadi. Shartlar yordamida bo‘lingan ma‘lumotning foydaligini topish formulasi quyida keltirilgan (1)

$$IG(R_m, p) = I(R_m) - \frac{|R_l|}{|R_m|} I(R_l) - \frac{|R_r|}{|R_m|} I(R_r), \quad (1)$$

bu yerda  $p$  – belgilar bo‘lib, ular yordamida ma‘lumotlar taqsimlanadi,  $R_m, R_l, R_r$  - taqsimlanadigan va taqsimlangan ma‘lumotlar,  $I$  - axborot tarkibini o‘lchovi.

Regression masalalarda axborot tarkibini o‘lchovi  $I(R)$  quyida keltirilgan formula (2) bo‘yicha hisoblab topiladi.

$$I(R) = \frac{1}{|R|} \sum_{i=1}^n (y_i - f_i(x_1, x_2, \dots, x_k))^2, \quad (2)$$

bu yerda  $y_i$  – haqiqiy qiymat,  $f_i(x_1, x_2, \dots, x_k)$  –  $k$  belgilar asosida bashorat qilingan yoki hisoblab topilgan funksiya qiymati.

Yuqorida keltirilgan formulalar yordamida biz berilgan ma‘lumotlar to‘plamini qaysidir belgi yordamida optimal bo‘lishimiz kerak. Bu masala qaror daraxtida juda muhim bo‘lib, bu belgi yordamida bizning modelimizni bashorat qilishi foizi ortadi. Quyida bu belgini topishning algoritmi keltirilgan [14, 15].

### QD eng yaxshi belgi va uning qiymatlarini topish algoritmi #1

**KIRISH:** Ma‘lumotlar  $R_m$ ; Belgilar to‘plami  $P$ , noyob belgi  $P$  ning qiymatlar to‘plami  $T$ .

**CHIQUISH:**  $p_{best}, t_{best}$  belgi.

$I_{min} = 1$  axborot tarkibining o‘lchovi boshlang‘ich holatda.

**FOR** barcha  $p \in P$  **DO**

$R_m$  ma‘lumotlarini  $R_1, R_2, \dots, R_n$  bo‘laklarga  $p$  belgini ma‘lum bir qiymati bo‘yicha bo‘lish;

**FOR** barcha  $t \in T$  **DO**

**IF**  $Imp(R_1, R_2, \dots, R_n) < I_{min}$  **THEN**

$I_{min} = Imp(R_1, R_2, \dots, R_n); p_{best} = p; t_{best} = t;$

**END**

**END**

**END**

**RETURN**  $p_{best}, t_{best}$

Yuqoridagi algoritm asosida optimal belgi topilgandan so‘ng biz daraxtimizni yaratish algoritmini ishlab chiqishimiz kerak. Bunda asosan rekursiya algoritmlaridan foydalaniladi.

## QD yaratish algoritmi #2

**KIRISH:** Ma'lumotlar  $R_m$ ;

**CHIQUISH:**  $Node(R)$  yoki  $Leaf$ .

$p = \#1$  algoritm funksiyasi yordamida  $p_{best}$  topib qaytaramiz.

$t = \#1$  algoritm funksiyasi yordamida  $t_{best}$  topib qaytaramiz.

**IF**  $is\_Leaf(Node(R))$  barg bo'lsa yoki daraxtning chuqurligi chegaralangan bo'lsa **THEN**

**RETURN**  $Leaf$

**IF**  $R(p_{best}) \geq t$  **THEN**

**RETURN**  $Node(R_R)$

**IF**  $R(p_{best}) < t$  **THEN**

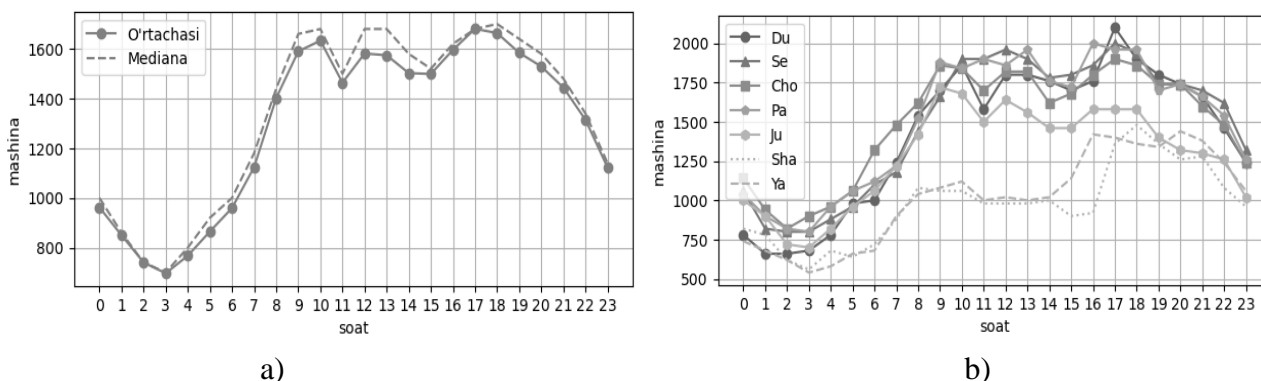
**RETURN**  $Node(R_L)$

Yuqoridagi 2-algoritm barg qatlamigacha yoki daraxt chuqurligi chegarasigacha davom etadi. Yaratilgan daraxtning oxirida faqat barglar hosil bo'ladi. Bu barglarning qiymatlarini o'rtachasini topgan holda har bir bargda bitta aniq qiymat saqlanadi va bu qiymatlar bashorat qilishda yordam beradi. Ya'ni har bir belgilarga mos ravishda daraxt bargidan qiymat qaytariladi va bu qiymat haqiqiy qiymatga yaqin bo'ladi.

QD qurilgandan so'ng bashorat qilinishi kerak bo'lgan belgilar unga uzatilib bashorat qiymatlari qaytariladi. Bu qiymatlarni aniqligini tekshirish quyida keltirilgan determinatsiya koeffitsiyenti bo'yicha hisoblanadi (3). Ifodadan chiqqan natija [0-1] oraliqda bo'ladi va u, qanchalik birga yaqin bo'lsa, bashorat yaxshi ekanligini bildiradi [19]

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f_i(x_1, x_2, \dots, x_k))^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{mean})^2} \quad (3)$$

**Ma'lumotlar.** Ushbu ishda avtotransport oqimini bashorat qilish uchun O'zbekiston Respublikasi Toshkent halqa yo'lining Bog'ishamol ko'chasi bilan kesishmasining, g'arb tomondagi yo'nalishidan kelayotgan avtotransport oqimini bashorat qilish maqsadida ma'lumotlar to'plangan [12]. Ma'lumotlar 2023-yilda har 1 soatda bu yo'ldan o'tgan mashinalar miqdori yig'ilgan. Ma'lumotda yil, oy, kun, hafta kunlari, soat, mashinaning yo'nalishi va o'tgan mashinalar soni keltirilgan. Bu ma'lumotlarning umumiy soni ma'lum ehtimollik va statistika qonun qoidalariga ko'ra 4342 ta ma'lumotlar qatori hosil qilingan. Bu ma'lumotlarning o'rtacha qiymati va medianasi, hafta kunlari ichidagi transport harakati quyida (2-rasm)da keltirilgan.

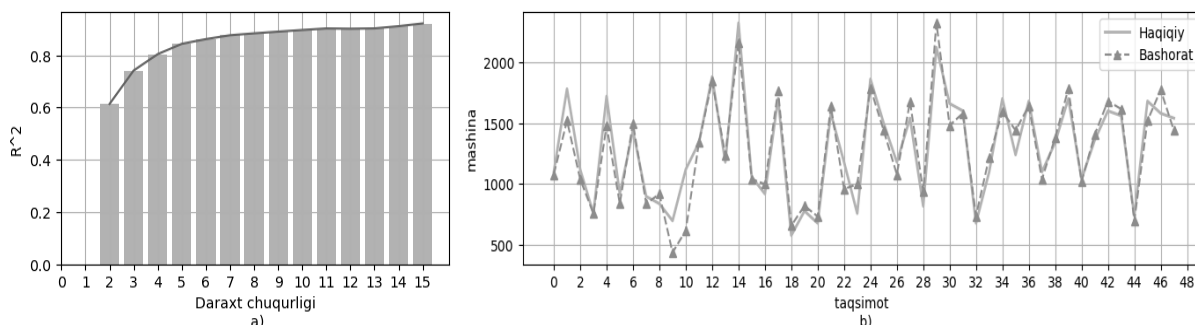


**2-rasm. Transport qatnovining 24 soat ichidagi o'rtachasi va mediana qiymati (a) va hafta kunlari ichidagi transport oqimi (b).**

## Tadqiqot natijalari va munozara

QD yordamida olingan bashorat shuni ko'rsatdiki, daraxtning qatlamlari sonini ma'lum qiymatgacha o'zgarishi natijasida  $R^2$  ning qiymati 0 dan 0,92 gacha o'zgardi va QD ning qatlamlari

yoki chuqurligi 15 bo'lganda bashorat aniqroq chiqmoqda, buni (3a-rasm)da ko'rish mumkin. Avtotransport oqimini bashorat natijasi 3b-rasmda keltirilgan.



**3-rasm. QD ning chuqurligini aniqlash va bashorat natijalarining grafigi.**

Yuqorida keltirilgan adabiyotlarda transport oqimini bashorat qilishda MO' algoritmlaridan foydalanish hozirgi kunda dolzarb yo'nalishlardan biri ekanligi e'tirof etilgan edi. Shu bilan birga [4] maqolada mualliflar tomonidan KNN va REPTree QD foydalangan holda 88,2% to'g'ri bashorat qilish natijasiga erishishganligi keltirilgan. Bu ishimizda biz ham turli xil bashorat natijalarini tahlil qilish natijasida, scikit-learn kutubxonasining DecisionTreeRegressor modelidan ba'zi ko'rsatkichlarini sozlagan holda bashoratimizning aniqligini 92% ga oshirishga muvaffaq bo'ldik va bu [4] maqolada keltirilgan natijadan 3,8% yuqoriroq bo'lib chiqdi.

### Xulosa

Transport oqimlarini bashorat qilishda QD ni qo'llash mumkin, chunki uning ko'rsatkichlari ham yaxshi natijalar bermoqda. QD modelining afzalliklari shundan iboratki, uni boshqa modellarga nisbatan tushunish va dasturiy jihatdan amalga oshirish oson. Bundan tashqari boshqa modellarga nisbatan tezroq ishlashidir. Har bir modelning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari bo'lganidek, QD modelda ham kamchiliklari mavjud bo'lib, bunga QD o'rgatilgan ma'lumotlar to'plamiga tez ko'nikib qolishidir. Buning natijasida QD tomondan bashorat qilingan qiymatlar xatoliklarga olib kelishi mumkin. Umuman olganda, QD boshqa murakkab qo'shma algoritmlarning asosi hisoblanib kelinadi va amaliyotda u juda keng qo'llaniladi. Bunday modellarga bagging, gradient boosting, random forest kabilar kiradi.

QD yordamida avtotransport oqimini bashorat qilish, transport infratuzilmasini boshqarish va rejalashtirish uchun foydali vosita bo'lishi va yo'llarda kutilayotgan transport hajmini aniqlab, transport vositalarining yo'nalishlari va jadvallarini optimallashtirish mumkin. Buning natijasida yo'l vaqtini qisqartirishga, tirbandliklarni kelib chiqishini kamaytirishga, yoqilg'ini tejashga va atmosferaga ifloslantiruvchi moddalarni chiqarishni kamaytirishga erishiladi.

### Adabiyotlar

- [1] Alajali, W., Zhou, W., & Wen, S. (2018). Traffic flow prediction for road intersection safety. In 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI), (pp. 812-820).
- [2] Alajali, W., Zhou, W., Wen, S., & Wang, Y. (2018). Intersection traffic prediction using decision tree models. *Symmetry*, 386.
- [3] Babaei, M., & Behzadi, S. (2023). Spatial Data-Driven Traffic Flow Prediction Using Geographical Information System. *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*.

- [4] Crosby, H., Davis, P., & Jarvis, S. A. . (2016). Spatially-intensive decision tree prediction of traffic flow across the entire UK road network. In 2016 IEEE/ACM 20th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT), (pp. 116-119).
- [5] Hou, Y., Edara, P., & Sun, C. (2014). Traffic flow forecasting for urban work zones. IEEE transactions on intelligent transportation systems, 1761-1770.
- [6] Irawan, K., Yusuf, R., & Prihatmanto, A. S. (2020). A survey on traffic flow prediction methods. In 2020 6th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM), (pp. 1-4).
- [7] Leshem, G., & Ritov, Y. A. (2017). Traffic flow prediction using adaboost algorithm with random forests as a weak learner. International Journal of Mathematical and Computational Sciences, 1-6.
- [8] Liu, Y. &. (2017). Prediction of road traffic congestion based on random forest. In 2017 10th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID), 361-364.
- [9] M. Rasulmukhamedov, K. Tashmetov, T. Tashmoetov. (2023). Method of dertermining traffic flow. Scientific and Technical Journal of NamIET, 208-216.
- [10] Meena, G., Sharma, D., & Mahrishi, M. (2020). Traffic prediction for intelligent transportation system using machine learning. In 2020 3rd International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering: Machine Learning and Internet of Things (ICETCE), pp. 145-148.
- [11] Prasad, K. S. N., & Ramakrishna, S. (2014). An efficient traffic forecasting system based on spatial data and decision trees. Int. Arab J. Inf. Technol., 186-194.
- [12] Rasulmuhamedov M. M., Tashmetov K. Sh., Tashmetov T. Sh. (2023). Models used in the analysis of transport flows. Transportda resurs tejankor texnologiyalar, (pp. 111-121). Toshkent, Uzbekiston.
- [13] Rasulmuhamedov M.M., Tashmetov K.Sh., Tashmetov T.Sh. (2024). Zamonaviy transport tizimlarida transport oqimlarini. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti jurnali, 4-9.
- [14] Rasulmuxamedov Maxamadaziz Maxamadaminovich va boshqalar. (2024). O‘zbekiston Dasturiy mahsulotga guvohnoma №. DGU 35986.
- [15] Rasulmuxamedov Maxamadaziz Maxamadaminovich va boshqalar. (2023). O‘zbekiston Dasturiy mahsulotga guvohnoma No. DGU 32609.
- [16] Tamir, T. S., Xiong, G., Li, Z., Tao, H., Shen, Z., Hu, B., & Menkir, H. M. (2020). Traffic congestion prediction using decision tree, logistic regression and neural networks. Ifac-PapersOnline, 512-517.
- [17] Wang, Y. Z. (2020). Short term traffic flow prediction of urban road using time varying filtering based empirical mode decomposition. Applied Sciences, , 20-38.
- [18] Xia, Y., & Chen, J. (2017). Traffic flow forecasting method based on gradient boosting decision tree. In 2017 5th International Conference on Frontiers of Manufacturing Science and Measuring Technology (FMSMT 2017), pp. 413-416.
- [19] Расулмухамедов М.М., Ташметов К.Ш. (2024). Модель машинного обучения для прогнозирования транспортных потоков: дерево решений. Вычислительные модели и технологии, (pp. 188-191). Ташкент.
- [20] Расулмухамедов, М. М., & Ташметов, К. Ш. (2023). Оптимизация управления транспортным потоком на перекрестках с помощью нейронной сети. Интеллектуальные технологии на транспорте, (S1 (35-1)), 92-96.



UO‘K 659.658.52

## SHO‘RTAN GAZ KIMYO MAJMUASIDA IKKILAMCHI ISSIQLIK ENERGIYA RESURLARI POTENSIALINI HISOBLASH METODIKASI

**Uzoqov G‘ulom Norboyevich**<sup>1</sup>-texnika fanlari doktori, professor,  
ORCID: 0009-0005-7386-8075, E-mail: [uzoqov66@mail.ru](mailto:uzoqov66@mail.ru)

**Abduraxmanova Nasiba Kuchkarovna**<sup>2</sup>- operatsion samaradorlik xizmati mutaxassisi, mustaqil izlanuvchi, ORCID: 0009-0000-1809-7056, E-mail: [nasiba03002@gmail.com](mailto:nasiba03002@gmail.com)

**Toshmamatov Bobir Mansurovich**<sup>1</sup>-katta o‘qituvchi  
ORCID: 0000-0001-7051-5307, E-mail: [bobur160189@mail.ru](mailto:bobur160189@mail.ru)

<sup>1</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

<sup>2</sup>“Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” MChJ, Guzar t., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** *Gazni qayta ishlash korxonasi energiya samaradorligini oshirish, ikkilamchi energiya resurslari potensialini aniqlash va korxonaning energiya balansida ishlatish bo‘yicha texnik yechimlar ishlab chiqish dolzarb masalalar hisoblanadi. Neft va gazni qayta ishlash korxonalarining energiya balansi tahlili shuni ko‘rsatadiki, texnologik jarayonlarda 65% issiqlik energiyasi, 8÷10% elektr energiyasi va 25÷27% gaz sarf qilinadi. Natijada, atrof-muhitni ifloslantiradi va atrof-muhitga muqarrar yo‘qotilishi mumkin bo‘lgan ikkilamchi energiya (tutun gazlari, ikkilamchi bug‘lar, oqova suvlar,...) oqimlari yuzaga keladi. Shu sababli, ikkilamchi energiya resurslarini qayta ishlatish, ya‘ni utilizatsiya qilish energiya samaradorlikni oshirishni asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot ishining maqsadi gazni qayta ishlash korxonasi ikkilamchi energiya resurslarining miqdori, energetik quvvatini aniqlash, korxonaning umumiy energiya balansida ishlatish imkoniyatlarini baholash hamda qo‘shimcha yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash hamda zaxiralarini asoslashdan iborat.*

*Maqolada sanoat korxonalari va obyektlarining energiya balansi va termodinamik tahlil usullari hamda issiqlik texnikasining asosiy qonunlari asosida ikkilamchi energiya resurslarining issiqlik quvvati va energiya potentsiali aniqlangan. “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” (“Sho‘rtan GKM”) MChJ korxonasi misolida ikkilamchi energiya resurslarining potentsiali termodinamik tahlil qilingan. Ikkilamchi energiya resurslarini(IER)ini utilizatsiya qilish natijasida korxonada katta miqdorda yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash imkoniyatlari baholangan. Issiqlik ikkilamchi energiya resurslarini issiqlik quvvatlari hisoblash metodikasi, hisoblash natijalari va IERni tarkibiy diagrammalari keltirilgan.*

*“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi IER energiya potentsiali tahlili shuni ko‘rsatadiki, tutun gazlari bilan atrof-muhitga chiqariladigan issiqlik yuqori 9,0÷10,0 MVt ni tashkil etadi. Dastlabki nazariy tadqiqotlar oqova suvlarning past potentsialli issiqligini utilizatsiya qilish natijasida 2,0÷2,7 MVt qo‘shimcha issiqlik energiyasi olish imkoniyati mavjudligi ko‘rsatdi.*

**Kalit so‘zlar:** *gaz kimyo majmuasi, ikkilamchi energiya resurslari, energiya tejamkorlik, oqova suvlar, yoqilg‘i-energiya resurslari, issiqlik quvvati, tutun gazlari, iqtisodiy samaradorlik.*

УДК 659.658.52

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛА ВТОРИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ШУРТАНСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**Узаков Гулом Норбоевич**<sup>1</sup>-доктор технических наук, профессор  
**Абдурахманова Насиба Кучкаровна**<sup>2</sup>- специалист службы операционной эффективности, самостоятельный соискатель

**Ташмаматов Бобир Мансурович**<sup>1</sup>-старший преподаватель

<sup>1</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

<sup>2</sup>ООО «Шуртанский газохимический комплекс», Гузарский р-н., Узбекистан

**Аннотация.** Разработка технических решений по повышению энергоэффективности на газоперерабатывающих предприятиях, определение потенциала вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) и использование их в энергетическом балансе предприятия являются актуальными вопросами. Анализ энергетического баланса предприятий нефтегазопереработки показывает, что в технологических процессах потребляется 65% тепловой энергии, 8÷10% электрической энергии и 25÷27% газа. В результате возникают потоки вторичной энергии (дымовые газы, вторичные пары, сточные воды и т. д.), которые неизбежно могут быть потеряны в окружающей среде и загрязнить ее. Поэтому использование вторичных энергетических ресурсов, то есть утилизация, является одним из основных методов повышения энергоэффективности. Цель научно-исследовательской работы – определить энергетический потенциал вторичных энергоресурсов, оценить возможности использования ВЭР в общем энергетическом балансе предприятия, обосновать экономию и запасы дополнительного топлива, и энергетические ресурсы.

В статье на основе методов энергетического баланса и термодинамического анализа промышленных предприятий и объектов, а также основных законов теплотехники определены тепловая мощность и энергетический потенциал вторичных энергоресурсов

Проведен термодинамический анализ потенциала вторичных энергоресурсов на примере ООО «Шуртанский газохимический комплекс». В результате утилизации вторичных энергоресурсов оценена возможность экономии топливно-энергетических ресурсов на предприятии. Представлены методика расчета тепловой мощности тепловых вторичных энергоресурсов, результаты расчетов и структурные диаграммы ВЭР.

Анализ энергетического потенциала предприятия ООО «Шуртан ГХК» показывает, что потери тепловой энергии с дымовыми газами в окружающую среду большие и составляют 7,0÷8,2 МВт. Результат предварительных теоретических исследований показывает, что существует возможность получения дополнительной тепловой энергии в размере 2,0÷2,7 МВт в результате утилизации низкопотенциального тепла сточных вод.

**Ключевые слова:** газохимический комплекс, вторичные энергетические ресурсы, энергосбережение, сточные воды, топливно-энергетические ресурсы, тепловая энергия, дымовые газы, экономическая эффективность.

UDC 659.658.52

## METHODOLOGY FOR CALCULATING THE POTENTIAL OF SECONDARY HEAT ENERGY RESOURCES IN THE SHURTAN GAS-CHEMICAL COMPLEX

**Uzakov, Gulom Norboevich**<sup>1</sup>-Doctor of Technical Sciences, professor  
**Abdurakhmanova, Nasiba Kuchkarovna**<sup>2</sup>- operational efficiency service specialist, independent researcher (PhD)  
**Tashmamatov, Bobir Mansurovich**<sup>1</sup>-senior lecturer

<sup>1</sup>Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

<sup>2</sup>“Shurtan GChC LLC, Guzar d., Uzbekistan

**Abstract.** Development of technical solutions for increasing energy efficiency in gas processing enterprises, determining the potential of secondary energy resources and using them in the energy balance of the enterprise are urgent issues. The energy balance analysis of oil and gas processing enterprises shows that 65% of thermal energy, 8÷10% of electric energy and 25÷27% of gas are consumed in technological processes. As a result, flows of secondary energy (flue gases, secondary vapors, waste water,...) occur, which can inevitably be lost to the environment and pollute the environment. Therefore, reuse of secondary energy resources, i.e. disposal, is one of the main methods of increasing energy efficiency. The purpose of the research work is to determine the amount

*of secondary energy resources, energy capacity in the gas processing enterprise, to evaluate the possibilities of use in the total energy balance of the enterprise, and to justify the saving and reserves of additional fuel and energy resources.*

*In the article, the heat capacity and energy potential of secondary energy resources were determined based on the methods of energy balance and thermodynamic analysis of industrial enterprises and objects, as well as the basic laws of heat engineering.*

*In the article, a thermodynamic analysis of the potential of secondary energy resources is made on the example of “Shurtan GChC” LLC. As a result of the disposal of secondary energy resources, the possibility of saving a large amount of fuel and energy resources in the enterprise was evaluated. Methodology for calculating the heat capacity of heat secondary energy resources, calculation results and structural diagrams of SER are presented.*

*The analysis of the SER energy potential of “Shurtan GChC” LLC shows that the heat released to the environment by flue gases is high and amounts to 9.0÷10.0 MW. The result of preliminary theoretical studies shows that there is a possibility of obtaining additional thermal energy of 2.0÷2.7 MW as a result of disposal of low-potential heat of wastewater.*

**Keywords:** *gas-chemical complex, secondary energy resources, energy saving, wastewater, fuel-energy resources, thermal power, flue gases, economic efficiency.*

## Kirish

Respublikamizda iqtisodiyot tarmoqlari, jumladan neft va gaz sanoati korxonalarida ham sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalar va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish davlat siyosatining hozirgi bosqichdagi dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1, 2]. “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash va energiya samaradorlikni oshirish muhim vazifalardan biri bo‘lib, texnologik jarayonlarni amalga oshirishda katta miqdorda issiqlik (yuqori haroratli bug‘) va elektr energiyasi talab qilinadi.

Korxonada yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash usullaridan biri mavjud ikkilamchi energiya manbalari (tutun gazlari, ikkilamchi texnologik bug‘lar, oqova suvlar, tashlandiq ventilyatsiya issiqligi, ...) va quyosh energiyasidan foydalanish yuqori samara beradi. Sanoat korxonalarida ikkilamchi energiya resurslari (IER) dan samarali foydalanish tizimini joriy etish energiya samaradorlikni oshirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. IERni utilizatsiya qilish samaradorligini aniqlashda ularning yalpi, texnik va iqtisodiy potensialini hisoblash zarur. Sanoat korxonalarida IER ni utilizatsiya qilish masalalari bo‘yicha soha olimlari tomonidan tadqiqotlar olib borilmoqda. Ammo, neft va gazni qayta ishlash korxonalarida IERning mavjud energiya potensialini baholash va undan samarali foydalanish muammolari yetarlicha tadqiq qilinmagan.

Ushbu tadqiqot ishining maqsadi “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi texnologik jarayonlarda yuzaga keladigan ikkilamchi energiya resurslarining miqdori, energetik quvvatini aniqlash, korxonaning umumiy energiya balansida ishlatish imkoniyatlarini baholash, an’anaviy yoqilg‘i-energiya resurslarini tejash zaxiralarini asoslashdan iborat.

## Uslub va materiallar

Korxonaning IERning potensialini aniqlashda termodinamik tahlil, energiya balansini uslublari va issiqlik texnikasining asosiy qonunlaridan foydalanildi.

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi yiliga 125 000 tonna polietilen, 1000 tonna oltingugurt, 100 000 tonna suyultirilgan gaz, 90 000 tonna gaz kondensati va 3,5 mlrd. kubometr tozalangan gaz ishlab chiqaradi. Texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun yiliga 99 826 770 kVt soat elektr energiyasi va 1 914 557,34 Gkal issiqlik energiyasi sarf qilinadi. Natijada, tutun gazlari, tashlandiq bug‘lar, issiq havo, oqova suvlar bilan ikkilamchi energiya resurslari (IER) atrof-muhitga issiqlik yo‘qotiladi va ekologiyaga ham zarar keltirishi mumkin. Shu sababli, dunyo amaliyotida neft va gazni

qayta ishlash korxonalarida IER larni utilizatsiya qilish bo'yicha yangi texnologiyalar yaratish va joriy etish bo'yicha soha olimlari tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilmoqda [1-11].

IER-bu texnologik jarayon va qurilmalarda yuzaga keladigan va undan ishlatilmasdan chiqariladigan tashlandiq resurslar, energiya iste'mol qiladigan qurilma va agregatlarda yo'qotiladigan energiya, energiya resurslarini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash qurilmalarida yuzaga keladigan muqarrar yo'qotilishi mumkin bo'lgan energiya resurslari hisoblanadi. IERdan boshqa qurilmalar va energiya ta'minoti tizimlarida qisman yoki to'liq qayta ishlatish, ya'ni utilizatsiya qilish imkoniyati mavjud.

Olib borilgan tadqiqotlar, ilmiy ishlar tahlili va gaz-kimyano sanoati korxonalarida ishlatish tajribada shuni ko'rsatadiki, korxonada yuzaga keladigan IER asosan 3 ta guruhga bo'lish mumkin [1-11]:

1. Issiqlik IER.
2. Yonuvchi chiqindi mahsulotlar.
3. Uzatiladigan gazning ortiqcha bosim energiyasi.

Issiqlik IER – yoqilg'ining (gaz) yonishida hosil bo'ladigan va atrof-muhitga chiqariladigan tutun gazlarining issiqligi, texnologik jarayonlar va qurilmalarda sovitishdan keyingi tashlandiq suv va havo issiqligi, tashlandiq ventilyatsiya havosining issiqligi, texnologik ikkilamchi suv bug'lari, deaerator tashlandiq bug'lari, oqova suvlar issiqligi va h.k.z. kabilar past potentsiilli IER hisoblanadi.

Sanoat korxonalarida ikkilamchi issiqlik energiyasidan qayta foydalanish, ya'ni issiqlikni utilizatsiya qilish energiya tejamkorlikning asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu masalani ilmiy asosda yechish uchun korxonaning, sexning, texnologik qurilma va jarayonlarning issiqlik balansini modellashtirish va hisoblash kerak bo'ladi.

Gaz quvurlarida uzatiladigan gazning ortiqcha bosim energiyasi termodinamik nuqtai nazardan, bu biror texnologik qurilmada ishlatish yoki atmosferaga chiqarib yuborishdan oldin gazni bosimini tushirishdan hosil bo'ladigan bosim  $\Delta P$ dan yuzaga keladigan gazning potensial energiyasi hisoblanadi.

Yonuvchi IER (yoqilg'i)-uglerodli xomashyoni kimyoviy va termokimyoviy qayta ishlashda yuzaga keladigan, yonadigan chiqindi mahsulotdir.

### Natija va muhokamalar

“Sho'rtan GKM” MChJ korxonasi misolida IERning asosiy manbalari (1-rasm), issiqlik-texnik va texnologik parametrlari, miqdorlari va issiqlik quvvatlarini aniqlash metodikasi bayon qilingan. Olib borilgan tadqiqotlar asosida “Sho'rtan GKM” MChJ korxonasining IERning asosiy manbalari va issiqlik-texnik parametrlari aniqlandi hamda 1-jadvalda keltirildi. Ushbu manbalardan chiqariladigan IER-issiqlik chiqindilari bo'lib, ularning energetik potentsiali chiqindi gaz va suyuqliklarning entalpiyasi yoki issiqlik quvvati bilan baholanadi.

Ikkilamchi issiqlik energiyasining quvvati quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = G \cdot c_p \cdot \Delta t, \text{ kVt}, \quad (1)$$

bunda, G-korxonadan chiqariladigan chiqindi gazlar va suyuqliklarning sarfi,  $\frac{m^3}{sek}$ ;  $c_p$ - ikkilamchi gazlar va suyuqliklarning issiqlik sig'imi,  $\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$ ;  $\Delta t = t_2 - t_1$ - ikkilamchi gazlar, suyuqliklarning va atrof-muhitning haroratlari farqi.

IER ning issiqlik quvvatini entalpiya orqali ifodalasak:

$$Q = G_m \cdot \Delta H = G \cdot (H_2 - H_1), \text{ kVt}, \quad (2)$$

bunda,  $G_m$ -issiqlik tashuvchining massaviy sarfi,  $\frac{kg}{sek}$ ;  $\Delta H$ -entalpiyalar farqi,  $\frac{kJ}{kg}$ .

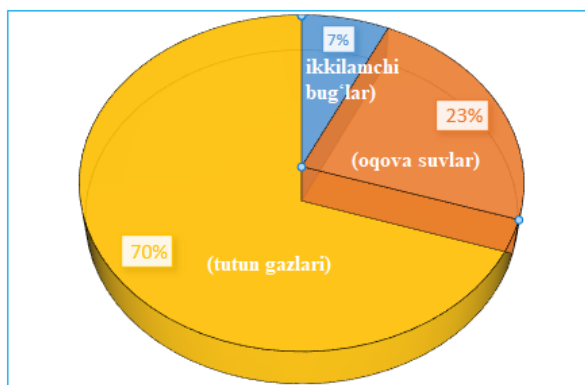
Issiqlik IERning yillik miqdori quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Q^{yil} = \frac{G_{yil} \cdot c_p \cdot \Delta t}{4,187 \cdot 10^9} = \frac{G_{yil} \cdot \Delta H}{4,187 \cdot 10^9} \frac{\text{ming Gkal}}{\text{yil}} \quad (3)$$

**1-jadval**

**“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasiining ikkilamchi energiya manbalari issiqlik-texnik parametrlari**

T/r	IER turlari va manbalari	Issiqlik-texnik parametrlar		
		Harorat, °C	Bosimi	Miqdori
1	Dudbo‘ron (tutun quvuri) dan chiqayotgan gaz tutun gazlari (Markaziy qozonxona qozoni-2 dona) 1 tasidan chiqayotgan mahsulot	155÷175	2,0÷2,5 kPa	175000-200000 m <sup>3</sup> /soat (Qozon yuklamasiga qarab o‘zgaradi)
2	Texnologik ikkilamchi suv bug‘lari Markaziy Qozonxona FA-6102 (vaqti vaqti bilan to‘kish)-1 dona; Atmosferaga chiqayotgan ikkilamchi suv bug‘i	150	0,2÷0,5 kgs/sm <sup>2</sup>	Atmosferaga chiqayotgan bug‘ miqdori, vaqti vaqti bilan (faqat produvka vaqtida smenada 1-marta ochiladi, hisoblanmaydi)
3	Oqova suvlar (Oqova suvlarning tozalash sexidan chiqishi)	30÷35	0,25 atm	Chiqindi suvining umumiy miqdori 90÷115m <sup>3</sup> /soat
4	Ventilyatsiya chiqindi havo issiqligi (Gradirnya qurilmasi ventilyatori). Atmosferaga bug‘lanib chiqayotgan chiqindi suv bug‘i	36÷38	0,25÷0,45 kgs/sm <sup>2</sup>	Atmosferaga chiqayotgan chiqindi bug‘ miqdori tashqi muhit haroratiga qarab 100-300 m <sup>3</sup> /soat



**1-rasm. “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasiining IER tarkibi diagrammasi.**

1-jadval va 1-rasm tahlili shuni ko‘rsatadiki, “Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasida IERning potentsiali yuqori bo‘lib, tutun gazlari bilan atmosferaga juda katta miqdorda ikkilamchi issiqlik chiqib ketadi.

Tutun gazlarining texnik potentsiali  $Q_{t.g.}$  quyidagiga teng:

$$Q_{t.g.} = G_{t.g.} \cdot c_{p.t.g.} \cdot \rho_{t.g.} \cdot \Delta t = \frac{200\,000}{3600} \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 145 = 9\,956,6 \text{ kVt} = 9 \div 10 \text{ MVt}$$

Oqova suvlarining issiqlik quvvati:

$$Q_{o.s.} = \frac{115}{3600} \cdot 4,18 \cdot 1000 \cdot 20 = 2\,670 \text{ kVt} = 2,67 \text{ MVt}$$



**2-jadval**

**“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasi oqova suvlarining asosiy texnik xarakteristikalari**

T/r	Oqova suv (IER) xarakteristikasi	O‘lchov birligi	Miqdori
1	Yillik sarfi	m <sup>3</sup> /yil	1007400÷823440
2	Soatbay sarfi	m <sup>3</sup> /soat	94÷115
3	Bosimi, P	MPa	0,25÷0,050
4	Harorati, t	°C	22,4÷35,0
5	Issiqlik quvvati, Q	kVt	2670

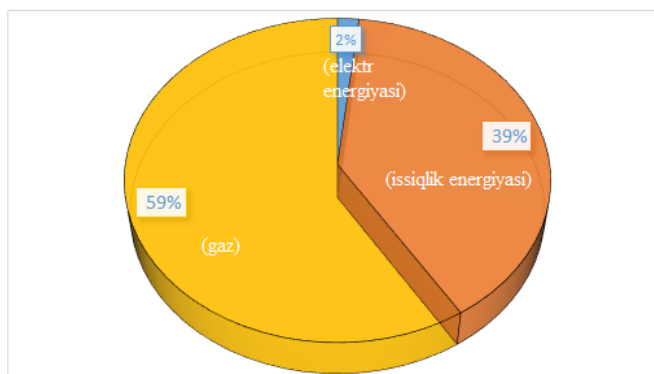
IER ni texnik potentsiali bo‘yicha bajarilgan termodinamik hisoblar shuni ko‘rsatadiki, oqova suvlarining issiqlik quvvati (energetik potentsiali) 2,0÷2,67 MVt ni tashkil qiladi (2-jadval). Suvning issiqlik sig‘imi kattaligi, oqova suvlaridan ikkilamchi foydalanish imkoniyati yuqoriligini ko‘rish mumkin. Tutun gazlarining texnik potentsiali katta bo‘lsada undan foydalanish qiyinchilik tug‘diradi.

**3-jadval**

**“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasida yillik yoqilg‘i-energiya resurslari (YoER) sarfi**

T/r	YoER	O‘lchov birligi	Miqdori	Tonna shartli yoqilg‘i hisobida
1	Elektr energiya	kVt soat/yil	99 826 770	12 277
2	Issiqlik energiyasi	Gkal/yil	1 914 557,34	273 508
3	Yoqilg‘i (gaz)	m <sup>3</sup> /yil	333 431 560	410 120

3-jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki korxonaning energiya balansida gazning ulushi eng katta bo‘lib 59%, issiqlik energiyasi (bug‘) 39 %, elektr energiya esa 2 % ni tashkil qiladi (2-rasm).



**2-rasm. Yoqilg‘i-energiya balansini tarkibi diagrammasi.**

**Xulosa**

Natijada, taklif etilayotgan quyosh va issiqlik nasosli qurilmalar asosida ikkilamchi issiqlikni utilizatsiya qilish orqali avtonom issiqlik ta‘minoti tizimlari uchun (maishiy, texnik va texnologik) sarflanayotgan energiya miqdori 30 foizgacha tejalishiga erishiladi. Taklif etilayotgan tizimning xarajatlarni qoplash muddati 1,8÷2,0 yilni tashkil etadi. Dastlabki nazariy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oqova suvlarning past potentsialli issiqligini utilizatsiya qilish natijasida texnik va maishiy ehtiyoj uchun 2,0÷2,7 MVt qo‘shimcha issiqlik energiyasi olish imkoniyati yaratiladi.

“Sho‘rtan GKM” MChJ korxonasining IER energiya potentsiali tahlili shuni ko‘rsatadiki, tutun gazlari bilan atrof-muhitga chiqariladigan issiqlik yuqori bo‘lib, 9,0÷10,0 MVt ni tashkil etadi.

## Adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi “2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoyvchi qurilmalarini joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-57 sonli qarori.
- [2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi PF-60-sonli farmoni.
- [3] Вдовина А.А. Проблемы и перспективы инновационного развития мировой газовой промышленности //Научный журнал Российского газового сообщества, 2014. – №1. – с.71-79.
- [4] Еременко О.В. Приоритеты инновационного развития и особенности оценки эффективности проектов в газоперерабатывающих и газохимических производствах, Москва – Берлин, 2017, 171 с.
- [5] Долотовский И.В. Системный анализ и повышение эффективности энергетического комплекса газоперерабатывающих предприятий //Автореф. на соискание к.т.н., 2008,20с.
- [6] Богданов И.А. Повышение энергоэффективности автономных электротехнических комплексов нефтегазовых предприятий с использованием вторичных энергоресурсов //Автореферат на соискание к.т.н., Санкт-Петербург, 2021. -20 с.
- [7] Байков И.Р., Молчанов Р.А., Гатауллина А.Р., Кулагина О.В. Предложения по представлению информации о вторичных энергетических ресурсах (ВЭР) в энергетическом паспорте // Теория Нефтегаз. №9. 2013. -с.76-82.
- [8] Еременко О.В. Инновационные решения в области повышения энергоэффективности газопереработки // Материалы меж. конференции «Энергетика и энергосбережение: теория и практика», 2017 г. с. 123-124.
- [9] Allayev K.R. Zamonaviy energetika va uning rivojlanish istiqbollari. –Т.: “Fan texnologiyalar nashriyot –matbaa uyi”, 2021. 952 b.
- [10] Таймаров М.А., Ильин В.К., Осипов А.Л., Долгова А.Н., Ахмеров А.В. Теплонасосный комплекс для утилизации вторичных энергоресурсов нефтехимических заводов // Проблемы энергетики, 2016, том 21, №3-4. С. 8-16.
- [11] Василев Г.П., Абуев И.М., Горнов В.Ф. Теплонасосная установка, утилизирующая теплоту неочищенных сточных вод // Новости теплоснабжения, №07(155), 2013 г.
- [12] Куликов В.М. и др. Методика энергетических обследований предприятий по выявлению и использованию вторичных энергоресурсов Свердловск, 2001 г.

UO'K 621.313

## ELEKTR YURITMALARNI CHASTOTA O'ZGARTIRGICHLAR YORDAMIDA ISHGA TUSHIRISH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGI VA ISHONCHLILIGINI OSHIRISH

**Norboyev Anvar Eshmo'minovich** - texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),  
ORCID: 0009-0000-3474-3118 E-mail: [a\\_norboyev@list.ru](mailto:a_norboyev@list.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O'zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada elektr yuritmalarning energiya samaradorligi va ishonchliligini oshirish bo'yicha eksperiment tadqiqotlari va ularning natijalari tahlili keltirilgan.

Eksperiment tadqiqotlarda elektr yuritmani to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish hamda chastota o'zgartirgich orqali ishga tushirishda olingan natijalar qiyosiy tahlil etilgan.

Tadqiqot 22 kVt quvvatli elektr dvigatelida amalga oshirilgan. Olingan natijalar grafik asosida keltirilgan. Natijalar tahlili grafoanalitik usul asosida tadqiq etilgan. Elektr yuritmalar chastota o'zgartirgich orqali ishga tushirilganda uning energiya samaradorligi hamda ishonchliligiga ta'siri eksperiment natijalari asosida baholangan.

Elektr yuritmani chastota o'zgartirgich yordamida ishga tushirish bo'yicha olib borilgan eksperiment natijalari asosida energiya samaradorligi 23% ga hamda uning ishonchliligi 26% gacha oshishi ilmiy asoslangan.

**Kalit so'zlar:** elektr yuritma, elektr energiya, enegiya samaradorlik, ishonchlilik, elektr dvigatel, tok, kuchlanish, faza, chastota o'zgartirgich, quvvat, garmonika, faza siljish burchagi.

УДК 621.313

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЗА СЧЕТ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЧЕРЕЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

**Норбоев Анвар Эшмуминович** - доктор философии по техническим наукам (PhD)

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В статье анализируются экспериментальные исследования и их результаты по повышению энергоэффективности и надежности электроприводов.

В экспериментальных исследованиях был проведен сравнительный анализ результатов прямого пуска электропривода и пуска через преобразователь частоты.

Исследования проводились на электродвигателе мощностью 22 кВт. Полученные результаты представлены на основе графика. Анализ результатов проведен на основе графоаналитического метода. По результатам эксперимента оценено влияние электроприводов на энергоэффективность и надежность преобразователя частоты.

По результатам эксперимента по запуску электропривода с помощью преобразователя частоты научно обосновано повышение энергоэффективности на 23 % и его надежности на 26 %.

**Ключевые слова:** электричество, электроэнергия, энергоэффективность, надежность, электродвигатель, ток, напряжение, фаза, преобразователь частоты, мощность, гармоники, угол сдвига фаз.

UDC 621.313

## INCREASING ENERGY EFFICIENCY AND RELIABILITY BY OPERATION OF ELECTRIC DRIVES THROUGH FREQUENCY CONVERTERS

**Norboev, Anvar Eshmuminovich** - Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD)

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *This article analyzes experimental studies and their results on increasing the energy efficiency and reliability of electric vehicles.*

*Experimental studies of direct start-up of the electric drive and start-up through a frequency converter, the obtained results have been comparatively analyzed.*

*The research was carried out on a 22 kW electric motor. The obtained results are presented based on a graph. The analysis of the results was researched because of the graphoanalytical method. The impact of the electric drives on the energy efficiency and reliability of the frequency converter was evaluated based on the results of the experiment.*

*According to the results of an experiment on starting an electric drive using a frequency converter, an increase in energy efficiency by 23% and its reliability by 26% was scientifically substantiated.*

**Keywords:** *electricity, electric power, energy efficiency, reliability, electric motor, current, voltage, phase, frequency converter, power, harmonics, phase shift angle.*

### Kirish

Hozirgi kunda jahon miqyosida ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 20 foizidan ortig'ini sug'orish tizimidagi elektr yuritmalar iste'mol qiladi, 2030-yilga borib esa, elektr yuritmalarining elektr energiyasini iste'moli o'rtacha 1,8 foizga ortishi kutilmoqda. Shu bilan birga mashinali sug'orish tizimida nasos agregatlarini chastotaviy o'zgartirgichlar orqali boshqarishga, nasos agregatining ish rejimlarini optimallashtirishga hamda energiya sarfini aniqlashga katta e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda iste'molchilarni elektr energiyasi bilan sifatli ta'minlashda yangi texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni iqtisodiyot tarmoqlariga tatbiq etish ishlari bajarilmoqda. 2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida<sup>1</sup> "Iqtisodiyotni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlash hamda "Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish, iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish" maqsadida sanoat tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradorligini oshirish kabi bir qator vazifalar belgilab berilgan.

Sug'orish tizimida chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalari suv nasoslarining ishonchligi va energiya samaradorligiga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va ko'pgina oliy ta'lim muassasalari jumladan, "Moskva energetika instituti" milliy tadqiqot universiteti (Rossiya), Dresden University of Technology (Germaniya), University of Michigan (AQSH), University of Waterloo (Kanada), Tokyo institute of technology (Yaponiya), Polytechnic University of Milan (Italiya), O'zR FA Energetika muammolari instituti, Toshkent davlat texnika universitetida keng qamrovli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Rostlanuvchi elektr yuritmalar yordamida energiya samaradorlikka erishish masalalariga Saidur R., Hussein Sarhan, Xabarov A.I., Ivanova V.R., Xramshin R. va boshqa olimlarning ishlari bag'ishlangan [4-8].

<sup>1</sup>"2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni.

Sugʻorish tizimida chastotaviy boshqariluvchi elektr yuritmalar asosida nasos agregatlarining ishonchliligi va energiya samaradorligini oshirishga M.Z.Xamudxanov, T.S. Kamalov, A.A. Xoshimov, O.X. Ishnazarov, A.A.Shavazov, S.M.Xushiyev kabi mahalliy olimlar katta hissa qoʻshib kelmoqdalar [9-14]. Ushbu tadqiqotlar chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalar asosida nasos agregatlarini ishga tushirishni takomillashtirish bilan bogʻliq. Biroq, sezilarli muvaffaqiyatlarga qaramay, elektr yuritmalarning ishonchliligi va energiya samaradorligi hamda suv nasoslarining chastotaviy rostlanuvchi asinxron elektr yuritmalari asosida sugʻorish jarayonlarini boshqarish tizimlari masalalari boʻyicha bajarilgan ishlar yetarli darajada oʻrganilmagan. Bu esa oʻz navbatida energiya zahiralari taqchilligi sharoitida energiya va resurs samaradorligini oshirishga qaratilgan qator amaliy ishlar olib borishni taqozo etadi. Bunda elektr yuritmalarning energiya samaradorligi va ishonchliligi muhim oʻrin tutadi. Bugungi qishloq xoʻjaligi ekinlarini sugʻorishda elektr yuritmalarning toʻgʻridan-toʻgʻri ishga tushirilishi, koʻplab muammolarni keltirib chiqarmoqda. Xususan energiya samaradorligi past tizimda ishlashi, elektr yuritmalarning ishlash muddatlari yuqori ishga tushirish toki hisobiga stator chulgʻamlari izolyatsiyasi oʻz xususiyatini talab qilgan muddatda bajara olmasligi, natijada ularga texnik xizmat koʻrsatish davrlarining qisqarishiga, iqtisodiy xarajatlarning oshishiga olib keladi. Bunday muammolarning yechimlaridan biri sifatida elektr yuritmalarni chastota oʻzgartirgichlar orqali ishga tushirishni tadqiq etamiz.

### Usul va materiallar

Elektr yuritmalarni ishga tushirishda 22 kVt quvvatga ega ETSV 10-160-35 rusumli elektr dvigatelida eksperiment tadqiqotlari oʻtkazildi. 1-jadvalda elektr dvigatelining texnik parametrlari keltirilgan [1].

#### 1-jadval

#### Elektr dvigatelining texnik parametrlari

T/r	Koʻrsatkichlar nomi	Oʻlchov birligi	Miqdori
1	Unumdorlik	m <sup>3</sup> /s	160
2	Bosim	m	35
3	Motor quvvati	kVt	22
4	Kuchlanish	V	380
5	Tok kuchi	A	47±4,0
6	Tarmoq chastotasi	Gs	50
7	FIK	%	85

Eksperiment tadqiqotlari uch bosqichda amalga oshirildi: a) elektr dvigatelni toʻgʻridan-toʻgʻri ishga tushirishda kuchlanish va tokning fazalar boʻyicha oʻzgarishi; b) elektr dvigatelni chastota oʻzgartirgich orqali ishga tushirishda ishga tushirish tokining, nominal kuchlanish va tokning oʻzgarishi natijalarini olish; s) olingan eksperiment natijalarining oʻzaro tahlili.

Eksperiment tadqiqotlarini olib borishda AR5 analizatoridan foydalanilgan. Ushbu qurilma bugungi kunda keng qoʻllanilmoqda. Chunki ishlashda ishonchli, aniqlik sinfi boshqa oʻlchash qurilmalaridan nisbatan yuqori, shuningdek oʻlchash diapozoni keng. Quyida ushbu qurilmaning texnik xarakteristikasi 2-jadvalda keltirilgan.

#### 2-jadval

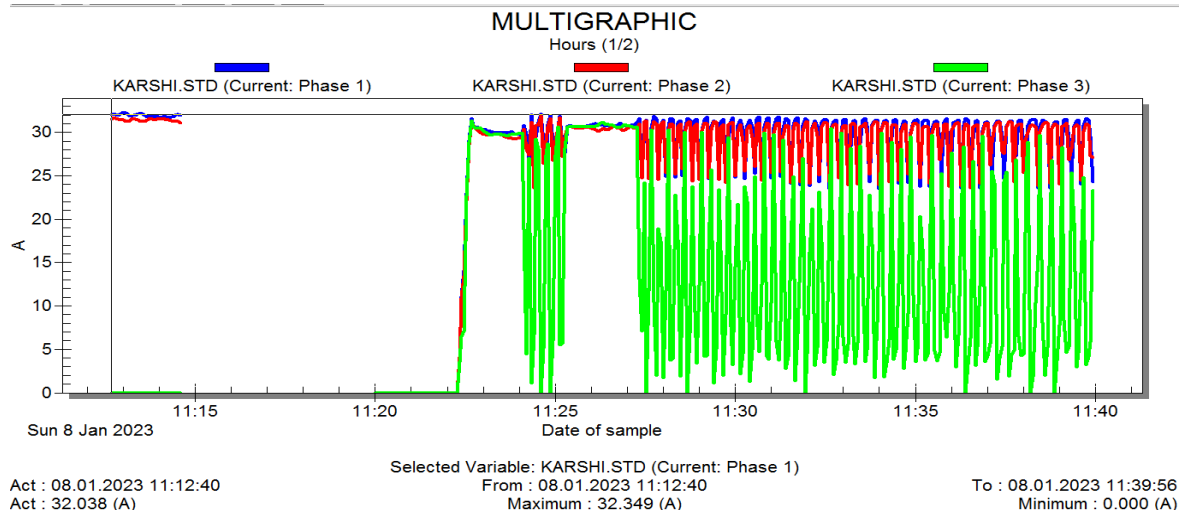
#### AR5 analizatorining texnik xarakteristikasi

T/r	Koʻrsatkichlar nomi	Oʻlchov birligi	Miqdori
1	Fazalar soni		3
2	Maksimal kuchlanish	V	500
3	Maksimal tok	A	2000
4	Tok va kuchlanish aniqlik sinfi		0,5
5	Quvvat boʻyicha aniqlik sinfi		1,0



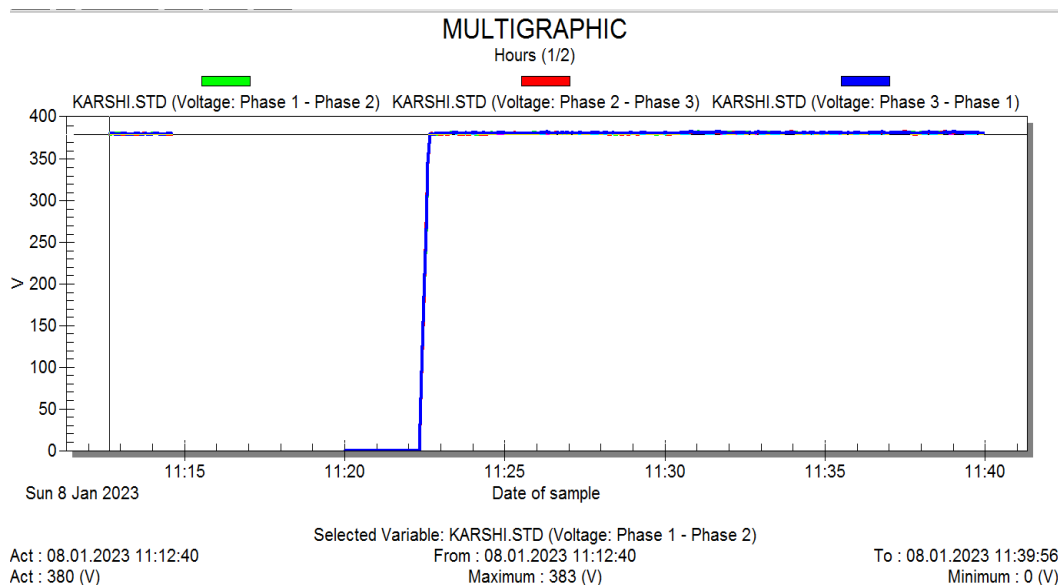
## Natijalar

*Elektr yuritmani to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish.* Dastlab elektr yuritma to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirilganda uning ishga tushirish toki, nominal toki va kuchlanishi natijalari olindi. Kunning 11:20 dan 11:40 gacha bo'lgan vaqtda eksperiment tadqiqotlar natijalariga asosan elektr dvigatelining har bir fazasidagi tokning o'zgarishi keltirilgan (1-rasm). Bunda elektr dvigatel ishga tushirilganda tokning keskin ortishi, uchala faza toklari maksimal 33 A gacha hamda uchinchi faza tokining qiymati nominal qiymatdan sezilarli o'zgarishi aniqlandi. Bu esa elektr dvigatelining ishonchli ishlashini ta'minlashda salbiy ta'sir ko'rsatadi [1].



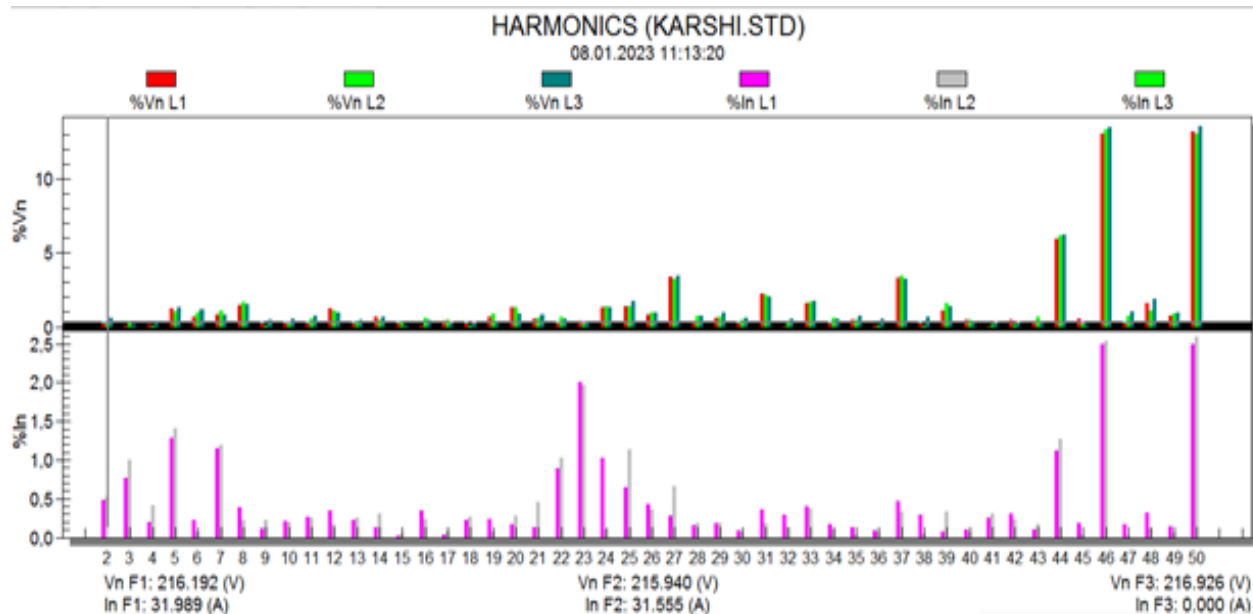
**1-rasm. Asinxron dvigatel faza toklarining vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi**

Soat 11:20 dan 11:40 gacha bo'lgan vaqtda eksperiment tadqiqotlar natijalariga asosan elektr dvigatelining kuchlanishning o'zgarishi keltirilgan (2-rasm). Bunda elektr dvigatel ishga tushirilganda tokning keskin ortishi, uchala faza toklari maksimal 373 dan 380 V gacha o'zgarishi aniqlandi.



**2-rasm. Elektr yuritma faza kuchlanishlarining vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi**

Elektr dvigatelini chastota o'zgartirgichsiz ishga tushirgan holatda kuchlanish va tok garmonikalarining nominal qiymatga nisbatan o'zgarishi 3-rasmida keltirilgan. Bunda har bir faza kuchlanish va tok garmonikalarining o'zgarishi (foizda) aniqlangan [1].

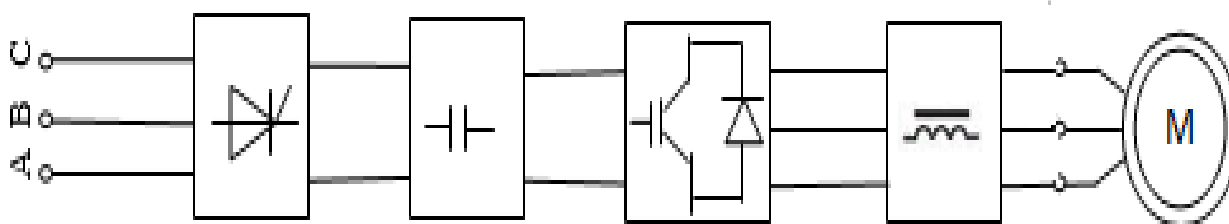


**3-rasm. Elektr dvigateli kuchlanishi va tok garmonikalarining o'zgarish grafigi**

Elektr yuritmalarni to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish eksperiment natijalaridan ko'rinib turibdiki, nominal tok va kuchlanish qiymatlari fazalar bo'yicha nobarqaror ish rejimi xarakteriga egadir.

*Elektr yuritmani chastota o'zgartirgich orqali ishga tushirish* - Bunday ishga tushirishni amalga oshirishda kerakli o'lchamdagi chastota o'zgartirgichini tanlash va hisoblash uchun yuklanishning xususiyatlarini bilish kerak. Keyin esa mos chiqish quvvatiga ega chastota o'zgartirgichni tanlash zarur. Kerakli chiqish quvvati to'rtta usulda hisoblanishi mumkin. Hisoblash usuli dvigatellarning pasport ma'lumotlari bilan bog'liq bo'ladi.

Chastota o'zgartirgichni tanlashda elektr dvigatel quvvatiga asosan DELIXI firmasining DELIXI CDI-E100G022/P030T4 30 kVA chastota o'zgartirgichi tanlab olindi, uning elektr dvigateliga ulanish sxemasi 4-rasmda keltirildi.

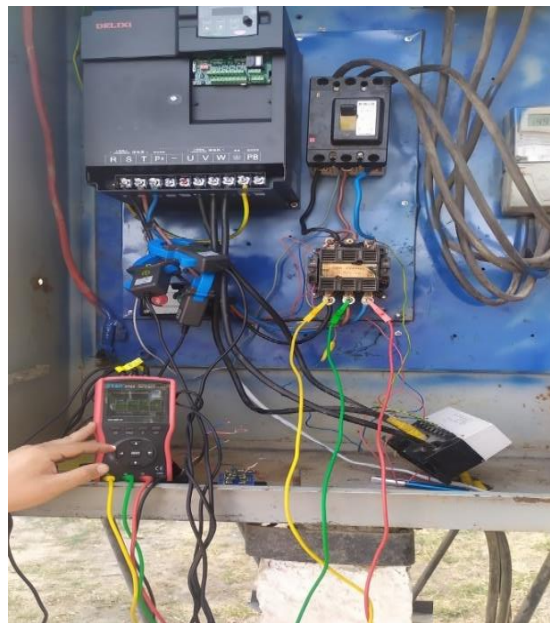


**4-rasm. Chastota o'zgartirgichning elektr dvigateliga ulanish sxemasi.**

5, 6-rasmlarda ulanish sxemasi asosida 22 kVt quvvatga ega suv nasosi tanlab olingan Delixi E100G022 rusumli chastota o'zgartirgichiga ulandi.

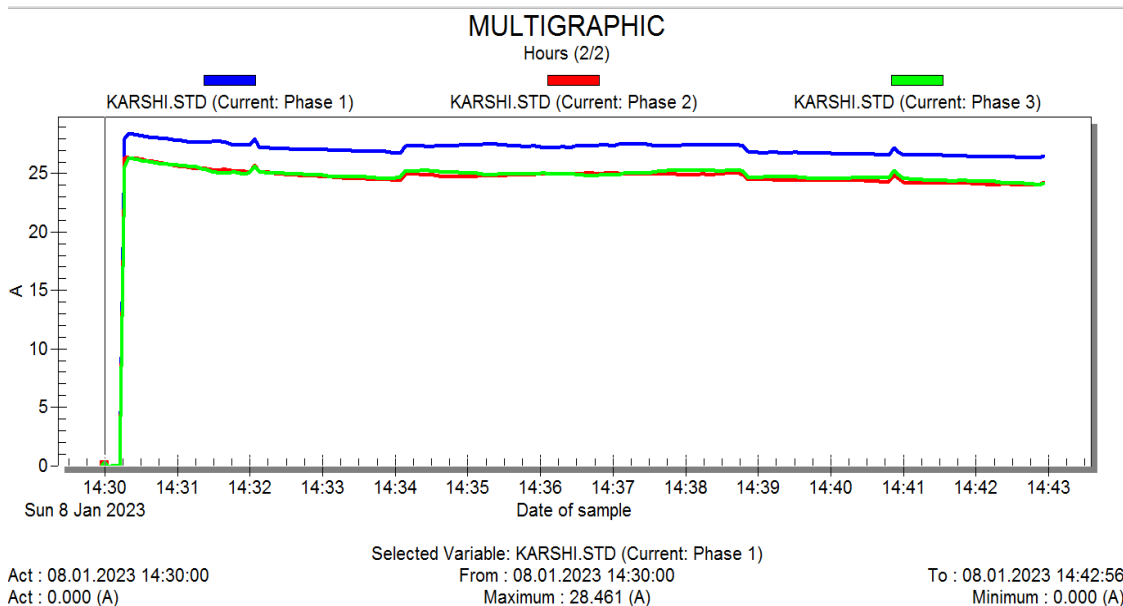


**5-rasm. O'rnatilgan chastota o'zgartirgichning umumiy ko'rinishi**



**6-rasm. O'rnatilgan chastota o'zgartirgich yordamida tajribalar o'tkazilishi jarayoni**

Chastota o'zgartirgichi o'rnatilgandan keyingi ETCR4700 elektr analizatori yordamida o'lchov natijalari olindi [1]. 7-rasmda chastota o'zgartirgich o'rnatilgan holat uchun tadqiqot natijalari asosida A faza kuchlanish va toklari orasidagi faza siljish burchagining o'zgarishi grafigi keltirilgan. 9, 10-rasmlardan elektr dvigatelning barcha chulg'amlaridagi elektr kattaliklarining simmetriyasi normal holatdan o'zgarganiga, natijada elektr dvigatelning benuqson ishlashiga ta'sir etishini aniqlash mumkin.

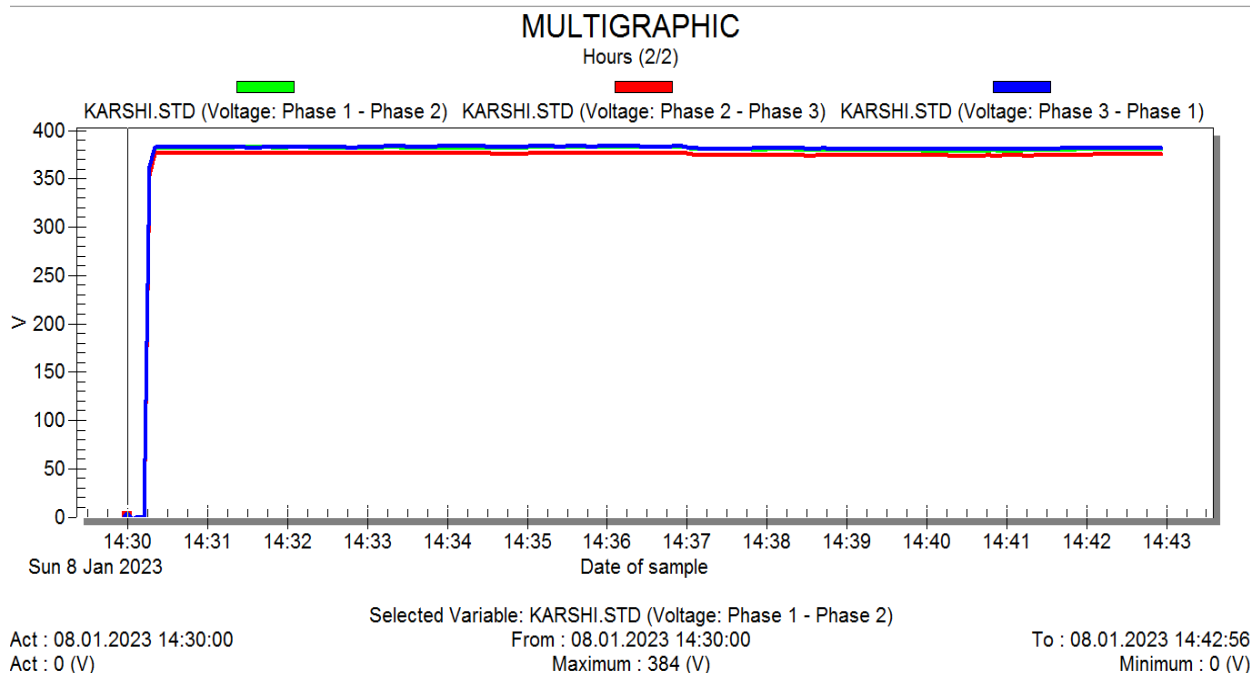


**7-rasm. Elektr dvigateli faza toklarining vaqt bo'yicha o'zgarish grafigi [1]**

Chastotaviy boshqariluvchi elektr yuritmaning faza toklarining o'zgarish grafigi 7-rasmda keltirilgan. Bunda soat 14:30 dan 14:31 gacha bo'lgan davrda, ya'ni yuritmani ishga tushirishda tok o'z qiymati 0 dan 28 A gacha (barqaror ish rejimgacha) oshirilganligi, soat 14:31 dan 14:43 gacha tekis o'zgarishi aniqlandi.

Elektr yuritmaning faza kuchlanishlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi grafigi 8-rasmda keltirilgan. Olingan natijalarga asosan soat 14:30 dan soat 14:31 oralig'ida kuchlanish 380 V

qiymatiga erishishi aniqlandi. Soat 14:31 dan 14:43 gacha o'tkazilgan eksperiment natijalari faza kuchlanishlarining bir xil qiymatlarni qabul qilganligini ko'rsatdi.



### 8-rasm. Elektr yuritma faza kuchlanishlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi grafigi

Umuman olganda elektr yuritmalarni chastota o'zgartirish yordamida ishga tushirishda energiya samaradorligi olingan natijalar asosida quyidagicha qiyosiy tahlil olib borilgan:

chastota o'zgartirgich qo'llanilmagan elektr yuritmaning sutkalik energiya iste'moli 494,1 kVt·soat ni tashkil etgan (22 kVt quvvatli elektr yuritma misolida). Bu esa soatiga 20,6 kVt ga to'g'ri keladi. Elektr yuritmaning oylik energiya iste'moli 14824,1 kVt·soat, yillik 177889,3 kVt·soat ni tashkil etdi.

Chastota o'zgartirgich qo'llanilgan hol uchun elektr energiya iste'moli:

sutkalik iste'mol: 377,1 kVt·soat;

soatiga: 15,7 kVt ga to'g'ri keladi;

oylik energiya iste'moli 11313,9 kVt·soat;

yillik energiya iste'moli esa 135767,2 kVt·soat ni tashkil etadi.

Natijada ushbu elektr yuritma elektr energiyasi iste'molining kamayishi hisobiga sug'orish tizimining bir mavsumi uchun (75 sutka) 8775 kVt·soat elektr energiyasi tejashiga va 7,9 mln so'm iqtisodiy samaradorlikka bu esa yiliga 38 mln so'm iqtisodiy samaradorlikka erishilishini ko'rsatadi.

### Xulosa

Olingan natijadan ko'rishimiz mumkinki, 22 kVt quvvatga ega elektr yuritmani chastota o'zgartirgich yordamida ishga tushirish natijasida yiliga 42120 kVt·soat elektr energiyasi tejashiga, unda faza tok va kuchlanishlarining simmetriyasining yaxshilanishi evaziga elektr dvigatelini tekis ishlashiga erishildi. Bu esa o'z navbatida elektr yuritmasining energiya samaradorligi hamda texnik xizmat ko'rsatish davrini oshirilishi natijasida uning ishonchli ishlashi bilan baholanadi.

### Adabiyotlar

- [1] Norboyev Anvar Eshmo'minovich. Kichik quvvatli elektr yuritmalarning ishonchliligi va energiya samaradorligini oshirish. Monografiya. "Intellekt" nashriyoti, 2024 y. -110 bet.

- [2] Beytullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of the “Chirchik” pumping station. In E3S Web of Conferences (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.
- [3] Berdiev, U., Norboev A., & Mamarajabova, Z. (2023). Investigation of asymmetry in asynchronous motor used in a borehole pump. In E3S Web of Conferences (Vol. 383, p. 04057). EDP Sciences.
- [4] Saidur R. Energy Savings and Emission Reductions in Industrial Boilers thermal science, Year 2011, Vol. 15, No. 3, pp. 705-719.
- [5] Hussein Sarhan. Energy Efficient Control of Three-Phase Induction Motor Drive // Energy and Power Engineering, 2011 y, #3, pp.107-112.
- [6] Хабаров А.И. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод с системой управления переменной структуры. Автореферат диссертации. г.Екатеринбург. 2020 г. 25 с.
- [7] Иванова В.Р., Киселев И.Н. Частотно-регулируемый электропривод для энергосбережения и оптимизации технологических процессов в электротехнических комплексах // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. г.Казань, Россия. 2019 г. Т. 21. №5. С. 59-70.
- [8] Храмшин Р., Храмшин Т., Храмшина Э., Корнилов Г. Исследование частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в лабораторных условиях. г.Магнитогорск, Россия, 2007 г. Учеб.пос. 120 с.
- [9] Хамудханов М.З., Хашимов А.А. Динамика регулируемого асинхронного электропривода Т.: АН УзССР, Фан, 1971. – 204 с.
- [10] Kamalov T.S., Shavazov A.A., Sayfullayeva L.I. Chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalı sug‘orish nasos stansiyasining energetik va iqtisodiy samaradorligi // Informatika va energetika muammolari.2017 y. 3-son, 63-69 b.
- [11] Камалов Т.С., Шавазов А.А., Сайфуллаева Л.И. Вопросы пуска и регулирование производительности насосного агрегата насосных станций систем машинного орошения // Энергосбережение и Водоподготовка. – Москва, 2019. №3 (119), С. 51-54. (05.00.00; №97).
- [12] Ишназаров О.Х. К вопросу рационального закона частотнорегулируемого электропривода турбомеханизмов. Кузбасский государственный технический университет.
- [13] Хашимов А.А., Мирисаев А.У, Кан Л.Т. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – Ташкент.: Фан ва технология, 2011. – 98 с.
- [14] Хушиев С.М. Обзор методов повышения энергоэффективности электрических приводов // Научно-технический журнал “Энергосбережение и водоподготовка”, 2018 г. №5. С.37-47.



UDC 631.623(043.3)

## PROBLEMS OF HYDRAULIC CALCULATION OF EARTHEN CHANNELS

**Khazratov, Alisher Normurodovich**<sup>1,2</sup> - Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), Associate Professor, ORCID: 0000-0003-1300-0547, E-mail: [khazratov@gmail.com](mailto:khazratov@gmail.com)

**Rakhmatov, Makhmud Ismatovich**<sup>2</sup> – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ORCID: 0009-0008-0759-9841, E-mail: [rahmatov1959@mail.ru](mailto:rahmatov1959@mail.ru)

<sup>1</sup>Karshi Institute of Irrigation and Agricultural Technologies at the National Research University “TIAME”, Karshi city, Uzbekistan

<sup>2</sup>Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The main task of the design of earthen channels is to calculate the dimensions of the stable channel shape in which irreversible deformation of the channel cross-section does not occur. This article provides information on calculating the hydraulic parameters of a stable channel shape in the design of earthen channels in which channel deformation does not occur.*

*In this case, the need to adopt dynamic stable channel parameters that can work in harmony with nature through the method of checking the dynamic stability of the channel with the help of hydraulic modeling programs is based on modeling using HEC-RAS software and field-experience data.*

*Based on the research results, a new approach is required in the hydraulic calculation for the design of the earthen canals, taking into account the changing nature of the flow and discharge. Taking into account the natural increase of the bottom slope of the deformed channel bed due to sediment deposition, it is suggested to strengthen the side embankments of the channel and choose the flow slope that ensures the balance of the sediment balance.*

*The essence of the proposed method consists in adopting dynamic stable channel parameters that are in harmony with nature and do not require continuous cleaning and repair works in the calculation of earthen channels. For this, it is necessary to model the sediment transport with the help of hydraulic modeling programs of the earthen channels.*

**Keywords:** *dynamic stable channel, hydraulic calculation of earthen channels, suspended sediment concentration, channel deformation, hydraulic calculation methods*

УДК 631.623(043.3)

## ВОПРОСЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛОВ

**Хазратов Алишер Нормуродович**<sup>1,2</sup> - доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент

**Рахматов Махмуд Исматович**<sup>2</sup> - кандидат технических наук, доцент

<sup>1</sup>Каршинский институт ирригации и агротехнологий при Национальном исследовательском университете «ТИИИМСХ», г. Карши, Узбекистан

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** *Основной задачей проектирования земляных каналов является расчет размеров устойчивой формы канала, при которой не происходит необратимой деформации поперечного сечения канала. В данной статье приведены сведения по расчету гидравлических параметров устойчивой формы русла при проектировании земляных каналов, в которых не возникает русловых деформаций.*

*В этом случае необходимость принятия динамически устойчивых параметров русла, способных работать в гармонии с природой, посредством метода проверки динамической устойчивости русла с помощью программ гидравлического моделирования основана на моделировании с использованием программного обеспечения HEC-RAS и данных натурного эксперимента.*

*По результатам исследований требуется новый подход при гидравлическом расчете при проектировании земляных каналов с учетом изменяющегося характера стока и расхода. Учитывая естественное увеличение уклона дна деформированного русла канала за счет отложения наносов, предлагается укрепить боковые насыпи канала и выбрать уклон дна канала, обеспечивающий сбалансированность баланса наносов.*

*Суть предлагаемого метода заключается в принятии при расчете земляных каналов динамически устойчивых параметров русла, гармонирующих с природой и не требующих постоянных работ по очистке и ремонту. Для этого необходимо смоделировать транспорт наносов с помощью программ гидравлического моделирования земляных каналов.*

**Ключевые слова:** динамический устойчивый канал, гидравлический расчет земляных каналов, концентрация взвешенных наносов, деформация русла, методы гидравлического расчета.

UO‘K 631.623(043.3)

## **GRUNT O‘ZANLI KANALLARNI GIDRAVLIK HISOBLASH MASALALARI**

**Xazratov Alisher Normurodovich<sup>1,2</sup>** - texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

**Rahmatov Mahmud Ismatovich<sup>2</sup>** – texnika fanlari nomzodi, dotsent

<sup>1</sup>TIQXMMI MTU ning Qarshi irrigatsiya va agrotexnologiyalar instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

<sup>2</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** *Grunt o‘zanli kanallarni loyihalashning asosiy vazifasi bu ortga qaytmas o‘zan deformatsiyalanishi sodir bo‘lmaydigan mustahkam kanal shaklining o‘lchamlarini hisoblashdan iborat. Maqolada grunt o‘zanli kanallarni loyihalash uchun gidravlik hisoblashda o‘zan deformatsiyalanishi sodir bo‘lmaydigan mustahkam kanal parametrlarini hisoblash masalalari to‘g‘risida ma‘lumotlar berilgan.*

*Bunda gidravlik modellash dasturlari yordamida kanalni dinamik mustahkamlikka tekshirish usuli orqali tabiat bilan hamohang ravishda ishlay oladigan dinamik mustahkam kanal parametrlarini qabul qilish zarurligi HEC-RAS dasturi yordamida modellashtirilgan va dala-tajriba ma‘lumotlari bilan asoslanadi.*

*Tadqiqot natijalariga ko‘ra, grunt o‘zanli kanallarni loyihalash uchun gidravlik hisoblashda oqim va oqiziqning o‘zgaruvchan xarakterini hisobga olgan holda yangicha yondashuv talab qilinadi. Bunda loyqa bosishi tufayli deformatsiyalangan kanal o‘zani tub nishabligining tabiiy ravishda oshishini hisobga olgan holda kanal yon dambalarini mustahkamlash va oqiziq balansining muvozanatini ta‘minlaydigan oqim nishabligini tanlash taklif qilinadi.*

*Taklif etilayotgan usulning mohiyati grunt o‘zanli kanallarni hisoblashda tabiat bilan hamohang va uzluksiz tozalash ta‘mirlash ishlarini talab qilmaydigan dinamik mustahkam kanal parametrlarini qabul qilishdan iborat. Buning uchun grunt o‘zanli kanallarni gidravlik modellash dasturlari yordamida oqiziq transportini modellash talab etiladi.*

**Kalit so‘zlar:** *dinamik mustahkam kanal, grunt o‘zanli kanallarni gidravlik hisoblash, muallaq oqiziq konsentratsiyasi, o‘zan deformatsiyasi, gidravlik hisoblash usullari.*

## Introduction

Earthen channels are artificial engineering structures that are considered to be an integrated system where stream and channel morphometric elements are naturally connected. One of the most important and complex issues in the design of channels in natural channel beds in irrigation systems is the issue of correctly considering the interaction of turbulent flow dynamics with the channel bed.

The main task of the design of earthen channels is to calculate the dimensions of the stable channel shape in which irreversible deformation of the channel cross-section does not occur. The deformation of the channel leads to a loss of flow capacity of the channel cross-section [1-3].

Since the stability of the channel cross-section is the main factor for the reliable use of the channel, it is necessary to follow the following requirements in the design of channels: the channel should not be eroded and deposited, the overall stability of the cross section should be ensured, the channel bed should have enough flow capacity, and the minimum loss to filtration should be achieved from the channel bed.

The design of canals that meet these requirements and the reconstruction of existing irrigation canals are now considered as the main factor in the modernization of irrigation and reclamation systems in many developed countries [4].

Chow, Raudkivi, Simons and Sentürk, Wallingford and others noted the following four methods of hydraulic calculation for the design of stable channels:

- regime method;
- tractive force method;
- method of permissible velocities;
- rational method [5, 6].

## Methods and materials

The method of permissible velocities is used in our republic for the design of channels.

When designing channels according to the method of permissible velocities, the average velocity in the channel should be as follows [1]:

$$g_l < g < g_{yu} , \quad (1)$$

where:

$g_l$  – the minimum permissible velocity in which sediment deposition does not occur,  $m/s$  ;

$g_{yu}$  – the maximum permissible velocity in which channel bed erosion does not occur,  $m/s$  ;

According to the norms and rules of urban planning (SHNQ 2.06.03-12), it is recommended to determine the (minimum) permissible velocities without deposition is as follows:

taking into account the effect of suspended sediments in the flow:

$$g_n = A * Q^{0,2} , \quad (2)$$

$A$  – is an empirical coefficient and is determined depending on the fall velocity.

$W < 1,5 \text{ mm/s}$  when  $A = 0,33$ ;

$W = 1,5 \div 3,5 \text{ mm/s}$  when  $A = 0,44$ ;

$W > 3,5 \text{ mm/s}$  when  $A = 0,55$ .

However, compared to the tractive force method, the permissible velocities method cannot accurately represent the physical processes between the bottom material and the flow. Therefore, according to Ankum (Ankum), the method of permissible speeds should no longer be used [7].

Currently, irrigation canals are calculated mainly for the steady flow of water. Also, it is assumed that there is a state of balance in which there is no deposition and erosion, and the water entering the channel and the flow are completely transferred. Nevertheless, a steady uniform flow is rare in nature. Because the sediment transport is highly dependent on the flow condition, the sediment capacity of the channel also changes with flow condition [4].

At present, channel bed of canals such as Mirishkor and Karshi main canals, which receive water from the Amudarya in the southern part of our republic, have become deformed due to the sediment deposition and their flow capacity has decreased [1-3, 8].



**Figure 1. General view of Mirishkor canal at PK 180 station**

Our research has shown that the flow velocities in these large irrigation canals are within the permissible range only in the months when maximum flow discharge is observed. We can observe that the flow velocity decreases from the design values due to the increase of the wetted perimeter and correspondingly the amount of hydraulic resistance to the flow, and the sediment transport capacity of the flow is insufficient [1-3].

So, what should be done to prevent sedimentation in these channels, why are sediment deposition observed in channels built according to existing standards, what should be paid attention to in canal reconstruction projects so that sedimentation does not happen again?

In the fight against the sedimentation processes, work is carried out in the following main directions:

1. Control of sediment flow in tributaries at the beginning of the river from which the canal receives water;
2. Construction of sediment traps at the head of irrigation canals and timely cleaning of the sediments trapped there;
3. When designing the parameters of the irrigation channel, ensure that it has the capacity to transport suspended sediments.

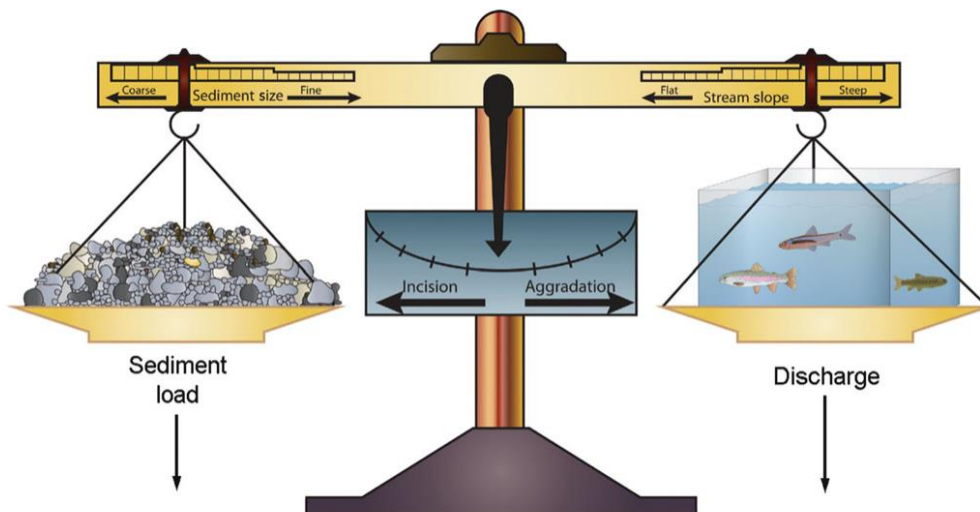
In the case of the Mirishkor and Karshi main canals receiving water from the Amudarya, it is impossible or too expensive to carry out work in the first and second directions, so it is most appropriate to choose third direction, i.e. adopting the parameters of the dynamic stable channel.

A dynamic stable channel means a channel in which deformation of the channel bed (silting or washing) can be observed during the year, but in general, at the end of the year, due to the balance of the sediment balance, the channel cross-section maintains sufficient flow capacity.

To calculate dynamic stable channels, it is necessary to take into account complex processes related to fluid transport in rivers and channels. Lane's well-known "Sediment -Water Balance law" expresses the interrelationship between bed morphometry, sediment and flow parameters in earthen canals with the following formula.

$$Q_s \cdot d_{50} \approx Q \cdot i,$$

where  $Q_s$  - sediment discharge,  $d_{50}$  - median particle diameter,  $Q$  - flow discharge,  $i$  - bed slope.

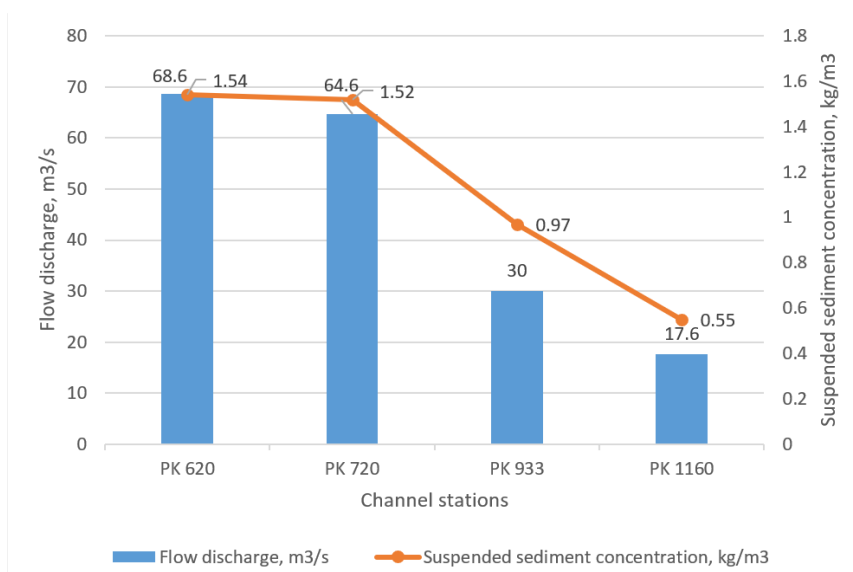


**Figure 2. Diagram illustrating Lane's "Sediment -Water Balance Law" (Sourced from Hohensinner 2018)**

As can be seen from the diagram, according to Lane, with an increase in the flow discharge, the erosion process of larger size particles at the bottom of the channel begins, and the channel bed slope decreases along the length of the channel. Or, on the contrary, if the sediment discharge of large particles in the stream is greater than the sediment transport capacity of the stream, an increase in the slope of the channel bottom is observed due to the settling of larger size particles suspended particles at the beginning of the channel [9].

### Results

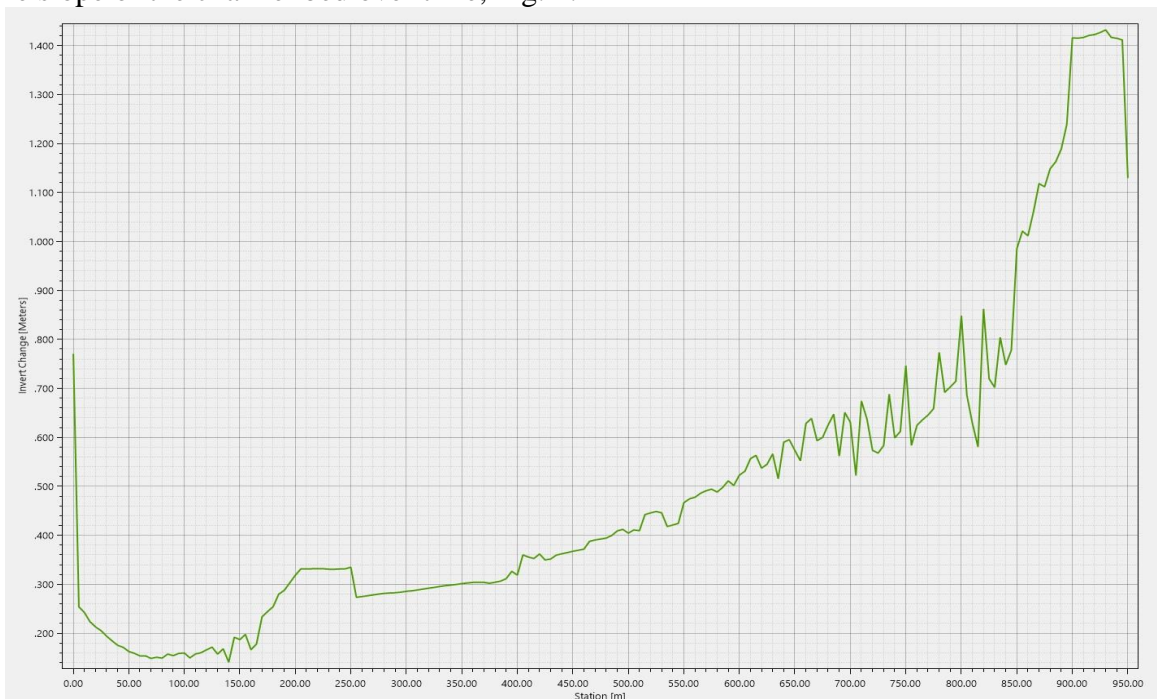
When the suspended sediment concentration is measured in several sections of the Mirishkor channel along the channel length, it is observed that the concentration of suspended sediments in the flow decreases along the channel length and in proportion to the decrease in flow discharge, Fig. 3.



**Figure 3. The graph of the dependence of the amount of sediment concentration on the flow discharge**



By selecting a 950-meter long channel section in the Mirishkor channel from PK9+50 to PK19, and modeling the sediment transport using the HEC-RAS program, we can see the increase in the slope of the channel bed over time, Fig. 4.



**Figure 4. Results of modeling the evolutionary change of the channel bed level in the Mirishkor channel from PK9+50 to PK19 using HEC-RAS software (flow direction from right to left)**

If we compare the flow hydraulic parameters measured in 2016-2019 in PK 245 station of the Mirishkor canal with the design parameters of the canal in Table 1, we can see that the actual average flow velocities even at small flow discharges are greater than the average design flow velocity for normal flow discharge. We can see that one of the reasons for this is the reduction of the flow cross-sectional area and the increase of the flow slope due to the channel bed deformation [1].

**Table 1.**

**Design parameters of the canal section at PK 245+00 station**

№	Flow discharge, $Q, m^3/s$	Channel bed width, $b, m$	Width across the water surface, $B, m$	Maximum flow depth $h, m$	Channel bed slope, $J$	Cross-sectional area $\omega, m$	Average flow velocity, $V, m/s$
1	139.8	21.5	67.0	5.7	0.00003	241.03	0.58

**Table 2.**

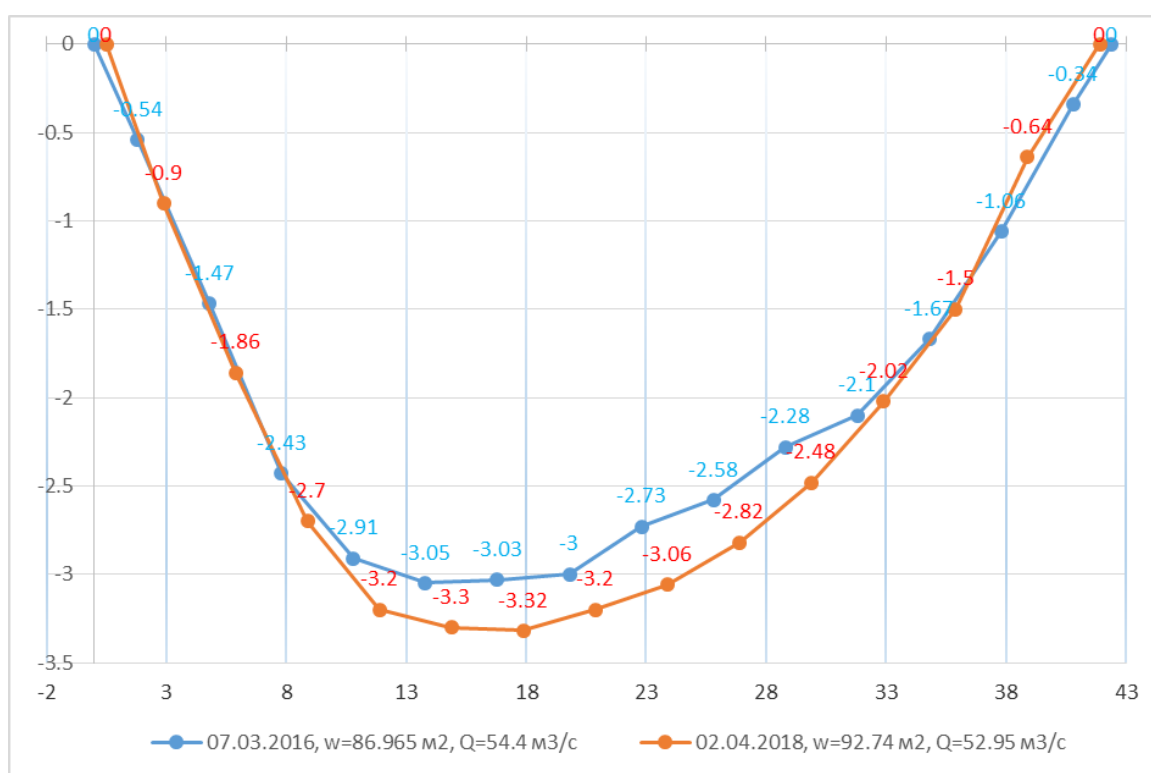
**Actual parameters of the channel section measured at PK 245+00 station at different flow discharges**

№	Flow discharge, $Q, m^3/s$	Width across the water surface, $B, m$	Maximum flow depth $h, m$	Cross-sectional area $\omega, m$	Average flow velocity, $V, m/s$	Date of measure
1	54.403	42.4	3.05	86.965	0.626	07.03.2016

2	79.873	47.4	3.32	106.49	0.75	16.07.2016
3	84.683	48.7	3.52	104.39	0.811	14.04.2017
4	55.003	44.24	3.28	97.03	0.567	10.07.2017
5	51.95	41.42	3.31	92.74	0.56	02.04.2018
6	53.179	41.12	3.24	90.86	0.585	16.08.2019

Taking into account M.A. Velikanov's famous phrase "The stream controls the channel, and the channel controls the stream", it can be concluded that the stream "controls" the channel geometry during long-term operation, that is, cross-sectional area of the flow decreased and its flow velocity increased slightly. Through this, it can be concluded that the flow is moving towards the most favorable hydraulic section and increasing its energy slope [10].

According to the recommendations of Y.A.Ibadzada, one of the ways to increase the flow capacity of irrigation canals is to increase the energy slope in the canal in a suitable condition [11].



**Figure 3. Results of measurements conducted in 2016 and 2018 in Mirishkor canal PK245 station**

It should be noted that if the Karshi main canal and Mirishkor canals are mechanically cleared of deposited sediments and brought to their design parameters, the condition will be created for the beginning of a more intensive silting process due to the reduction of the energy slope in these canals.

Taking this into account, when drawing up a project for the reconstruction of these main channels, it is possible to increase the bed slope of the channel sections, by considering the increase of the channel embankment with the sediment mass removed from the channel bed, and by adapting the weir structures to this raised level. This, in turn, leads to an increase in the flow rate in these channel sections and a slowdown in the process of sediment deposition.

### Conclusion

According to the ancient philosopher Laozi, "Dao or the Way acts through non-action", that is, human-built structures should be built on the basis of naturalness, not on the basis of any attempts to stop the rhythm of nature [12].

Therefore, we should change our approach for designing canals. That is, the dimensions of the channel must be suitable with changing pattern of sediment and flow discharge. For this, the main task in the reconstruction of the Mirishkor and Karshi main canals is not to return the canal to the design values, but to increase the hydraulic slope of the canal embankment and the hydraulic slope in the canal according to the recommendations of Y.A. Ibadzada by the method of checking the canal parameters for dynamic stability. Because the earthen canals themselves are made of natural material and the water flow is also a part of nature, best way to design an earthen canal is calculating the parameters of dynamic stable canal that keeps its shape naturally without requirements of any repair.

### Literature

- [1] Khazratov, A. N. (2021). Hydraulic Calculations of Earthen Channels for Reconstruction.
- [2] Khazratov, A. N., Bazarov, O. S., Jumayev, A. R., Bobomurodov, F. F., & Mamatov, N. Z. (2023). Influence of cohesion strength in cohesive soils on channel bed erosion. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 410, p. 05018). EDP Sciences.
- [3] Khazratov, A. N. (2019). A sediment transport model for irrigation canals of Uzbekistan. *European science review*, (3-4), 104-108.
- [4] Ergasheva, Y. A., & Khazratov, A. N. (2023). (Special contribution) Water culture of the people in Uzbekistan: Ancient traditions, structures, and modern global problems. In *Water Projects and Technologies in Asia* (pp. 327-338). CRC Press.
- [5] Depeweg, H., Paudel, K. P., & Méndez, N. (2014). *Sediment transport in irrigation canals: a new approach*. CRC Press.
- [6] Paudel, K. P. (2010). *Role of sediment in the design and management of irrigation canals: Sunsari Morang Irrigation Scheme, Nepal*. Wageningen University and Research.
- [7] Ankum, P. (2002). *Design of open-channels and hydraulic structures*. Colledgeictaat CT3410.
- [8] Eshev, S., Rahmatov, M., Khazratov, A., Mamatov, N., Sagdiyev, J., & Berdiev, M. (2021). Critical flow velocities in cohesive saline soils. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 03071). EDP Sciences.
- [9] S. Hohensinner, C. Hauer, and S. Muhar, "River Morphology, Channelization, and Habitat Restoration," *Riverine Ecosyst. Manag.*, pp. 41–65, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-73250-3\_3.
- [10] Chalov, R. S. (2007). Channel processes and their connection with the dynamics of channel flows. *Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University*, (5), 138-142.
- [11] Ibadzade, Yu. A. (1983). *Water transportation in open channels*. M.: Stroyizdat, 272.
- [12] Allen, B. (2024). Finding a Daoist Perspective for Engineering. In *China, Engineering, and Ethics: A Sketch of the Landscape* (pp. 19-24). Cham: Springer International Publishing.

UO‘K 622.691.4

## GORIZONTAL QUVURLARDAGI QATLAMLI GAZ-SUYUQLIK ARLASHMASI OQIMI

**Avlakulov Abdimajit Meilievich<sup>1</sup>** — katta o‘qituvchi, ORCID: 0009-0006-6480-0076

E-mail: [abdimajit.avlakulov@mail.ru](mailto:abdimajit.avlakulov@mail.ru).

**Babajanova Iroda Yuldashevna<sup>2</sup>** — dotsent, ORCID: 0000-0003-0466-5352,

E-mail: [babajanova.i@mail.ru](mailto:babajanova.i@mail.ru)

**Babajanov Yuldosh Tilovatovich<sup>3</sup>** - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent,

ORCID: 0009-0001-1674-7163, E-mail: [babajanov.y@mail.ru](mailto:babajanov.y@mail.ru)

<sup>1</sup>Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

<sup>2</sup>O‘zbekiston Respublikasi oliy harbiy aviatsiya instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

<sup>3</sup>Qarshi davlat universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalari oqimining gidrodinamik hisoblari sohasidagi tadqiqotlar ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan amalga oshirilgan. Ular gaz-suyuqlik oqimlarining turli gidravlik va gidrodinamik xususiyatlarini nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganganlar. Biroq, bu ishlarda olingan parametrlar ikki fazali oqimni tavsiflovchi ko‘p sonli o‘zgaruvchilar bilan bog‘liq xatoga ega. Shuning uchun, ushbu maqola quvur liniyasidagi qatlamli oqim tuzilishi uchun hisoblangan bog‘liqliklarni matematik tavsiflashga qaratilgan maqsadni qo‘yadi. Bunday holda, ishning maqsadi gorizontaal quvur liniyalarida yoki qatlamli oqim tuzilishi bilan nishab burchagining nisbatan kichik qiymatlari bilan ikki fazali oqim va bosim yo‘qolishining hisoblangan parametrlarini aniqlashdir. Nishab burchagi  $\alpha$   $1^0$  dan  $10^0$  gacha bo‘lgan pastga qarab oqimlarni gidravlik hisoblashda Altshul, Gaz Butunittifoq ilmiy-tadqiqot instituti (Gaz BITI) formulalaridan foydalanildi va undan qatlamli gaz-suyuqlik aralashmalari o‘tganda quvurning asosiy parametrlari uchun tenglamalar ishlab chiqildi.*

***Kalit so‘zlar:** qatlamli tuzilish, bosimning yo‘qolishi, gorizontaal quvur liniyasi, tezlik, haqiqiy gaz miqdori, aralashma.*

УДК 622.691.4

## РАССЛОЁННОЕ ТЕЧЕНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ

**Авлакулов Абдимажит Мейлиевич<sup>1</sup>** - старший преподаватель,

**Бабажанова Ирода Юлдашевна<sup>2</sup>** – доцент

**Бабажанов Юлдош Тиловатович<sup>3</sup>**- кандидат физико-математических наук, доцент

<sup>1</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

<sup>2</sup>Высший военный авиационный институт Республики Узбекистан, г. Карши

<sup>3</sup>Каршинский государственный университет, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Исследования в области гидродинамических расчётов течения газожидкостных смесей в трубопроводах проводились многими исследователями. Ими теоретически и экспериментально изучены различные гидравлические и гидродинамические особенности газожидкостных потоков. Однако в этих работах полученные параметры имеют погрешность, связанную с большим количеством переменных, характеризующих двухфазное течение. Поэтому в данной статье ставится цель, математического описания расчётных зависимостей при расслоённой структуре потока в трубопроводе. При этом задачами работы является определение расчётных параметров двухфазных течений и потери давления в горизонтальных или с относительно небольшими значениями угла наклона*

трубопроводах при расслоённой структуре потока. Для гидравлического расчета нисходящих потоков с углом наклона  $\alpha$  от  $1^0$  до  $10^0$  воспользовались формулами Альтишуля, ВНИИ газа и были выведены уравнения основных параметров трубы при прохождении по ней расслоённые газожидкостные смеси.

**Ключевые слова:** расслоённая структура, потери давления, горизонтальный трубопровод, скорость, истинное газосодержание, смесь.

UDC 622.691.4

## STRATIFIED FLOW OF GAS-LIQUID MIXTURE IN HORIZONTAL PIPES

Avlakulov, Abdimazhit Meilievich<sup>1</sup> - Senior lecturer

Babajanova, Iroda Yuldashevna<sup>2</sup> - Independent researcher

Babajanov, Yuldosh Tilovatovich<sup>3</sup> - Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

<sup>1</sup>Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

<sup>2</sup>Higher Military Aviation Institute of the Republic of Uzbekistan, Karshi city

<sup>3</sup>Karshi state university, Karshi city, Uzbekistan

**Abstrakt.** Research in the field of hydrodynamic calculations of the flow of gas-liquid mixtures in pipelines has been carried out by many researchers. They theoretically and experimentally studied various hydraulic and hydrodynamic features of gas-liquid flows. However, in these works the obtained parameters have an error associated with a large number of variables characterizing the two-phase flow. Therefore, this article sets a goal aimed at a mathematical description of the calculated dependencies for a stratified flow structure in a pipeline. In this case, the objectives of the work are to determine the calculated parameters of two-phase flows and pressure loss in horizontal pipelines or with relatively small values of the angle of inclination with a stratified flow structure. For the hydraulic calculation of downward flows with an angle of inclination  $\alpha$  from  $1^0$  to  $10^0$ , we used the formulas of Altschul and the Research Institute of Gas, and equations for the main parameters of the pipe when stratified gas-liquid mixtures passed through it were derived.

**Keywords:** stratified structure, pressure loss, horizontal pipeline, speed, true gas content, mixture.

### Kirish

So‘nggi yillarda gaz quvurlarida gaz-suyuqlik oqimlari harakati muammosiga katta e‘tibor berilmoqda. Bu muammoning ko‘plab sohalarida, jumladan, gaz konlaridan gazni qayta ishlash zavodlariga yig‘ish va tashish tizimlarida uchrashi bilan izohlanadi [10].

Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalarining harakatini tavsiflash juda qiyin. Shuning uchun, relyef quvurlarini gidravlik hisoblashda maqbul natijalarni olish uchun alohida yondashuv talab etiladi.

Quvurlardagi gaz-suyuqlik aralashmalari oqimining gidrodinamik hisob-kitoblari sohasidagi tadqiqotlar jahon olimlari, ya‘ni A.A.Armand, S.S. Kutateladz, I.Nigmatullin, G.Valins, V.A.Mamaev, G.E.Odishariya va boshqalar tomonidan o‘rganilgan. Biroq, gaz-suyuqlik aralashmalari oqimlarini hisoblashning zamonaviy usullari bir fazali oqimlarning gidrodinamikasiga xos bo‘lgan haqiqiylik va aniqlik darajasiga mos emas.

### Uslub va materiallar

Ishlarda gaz-suyuqlik oqimlarining turli gidravlik va gidrodinamik xususiyatlari: turlari, oqimlari, bosim yo‘qotishlari va boshqalar nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganilgan, ammo bu ishlarda olingan parametrlar ikki fazali oqimni tavsiflovchi o‘zgaruvchilarning ko‘pligi bilan bog‘liq



bo‘lgan xatoliklar uchraydi. Ushbu ishning maqsadi quvur liniyasidagi qatlamli oqim tuzilishi uchun hisoblangan bog‘liqliklarni matematik tavsiflashdan iboratdir [1-4].

Ishning vazifasi qatlamli oqim tuzilishiga ega gorizontall quvur liniyasida ikki fazali oqimlarning hisobiy parametrlarini va bosimning yo‘qolishini aniqlashdan iborat.

Ikki fazali oqimlar oqimning turli konstruktiv shakllari mavjudligi bilan tavsiflanadi, bu asosan quvur liniyasida birgalikda harakat qilganda suyuqlikdagi gazning taqsimlanish xarakterini bildiradi. Gaz-suyuqlik oqimining strukturaviy shakllari juda xilma-xil bo‘lib, aralashmaning tezligi, gaz tarkibi, gaz va suyuqlik fazalarining fizik xususiyatlari, quvur liniyasining diametri va burilish burchagiga bog‘liq [5-8].

Eksperimentlardan ma‘lum bo‘lishicha, quvurlarni amaliy hisoblash uchun oqimning bir qator strukturaviy shakllarining faqat uchasi: qatlamli (bo‘lingan to‘lqinli), tiqinli va halqalidan tashqari, birlashtirish qulay bo‘lib hisoblanadi.

Gaz-suyuqlik oqimining qatlamli tuzilishi faqat gorizontall quvurlarda yoki nishablik burchagi nisbatan kichik qiymatlari bilan, tortishish kuchlari ta‘sirida oqim qatlamli bo‘lganda paydo bo‘lishi mumkin: suyuqlik pastki qismda quvurning faqat bir qismini namlangan holda oqadi, yuqori qismida esa gaz harakatlanadi [3, 9].

### Natijalar va munozaralar

Qatlamli struktura harakatlanuvchi ikkita mustaqil gomogen (suyuqlik va gaz) oqimga ega bo‘lgan, harakatchan chegarali bo‘linish orqali ifodalanadi. Bosim koordinatalarning uzluksiz funksiyasi bo‘lganligi sababli, har qanday belgilangan kesimda u oqimning suyuq va gaz komponentlari uchun bir xil qiymatlarga ega. Shuning uchun quvur liniyasida  $\Delta l$  uzunlikdagi kesimda bosim tushishi  $\Delta P = P_1 - P_2$  oqim komponentlarining har biridagi bosimning pasayishiga teng, masalan, gaz oqimida

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_r \frac{w_r^2}{2D_r} \rho_r + \rho_r g \sin \alpha, \quad (1)$$

bu yerda  $\lambda_r$ - gaz oqimining gidravlik qarshiligi koeffitsiyenti;  $D_r$ - gaz oqimining gidravlik diametri.

Haqiqiy gaz tarkibining markaziy burchak  $\theta$  bilan bog‘liqligini hisobga olsak

$$\varphi = (\theta - \sin \theta \cos \theta) / \pi,$$

u holda gidravlik diametr  $D_r$   $\varphi$ ,  $\theta$ ,  $D$  orqali quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$D_r = \frac{\pi \varphi D}{\theta + \sin(\pi - \theta)},$$

u holda (1) tenglikni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_r \rho_r \frac{8(\theta + \sin(\pi - \theta)) Q_r^2}{\pi^3 \varphi^3 D^3} + \rho_r g \sin \alpha, \quad (2)$$

bu yerda  $\rho_r$ - gaz zichligi;  $\lambda_r$ - Altschul formulasi bilan aniqlanadi va undan gaz oqimi uchun Reynolds sonini hisoblashda gidravlik diametr tushunchasida foydalanish lozim.

Gaz-suyuqlik oqimining qatlamli tuzilishi bilan gidravlik qarshilik tufayli bosim yo‘qotishlarini hisoblash uchun haqiqiy gaz tarkibini to‘g‘ri aniqlash kerak bo‘ladi.

Nishablik burchagi  $\alpha$   $1^0$  dan  $10^0$  gacha bo‘lgan pastga qarab oqimlar bo‘lsa, biz Gaz BITI ilmiy-tadqiqot institutida olingan quyidagi empirik formulalardan foydalanishimiz mumkin [2, 3].

$$0 \leq \chi \leq 0,18 \text{ da, } \quad \varphi = \frac{\beta}{0,18} (1 - \chi^{0,4}) \quad (3)$$

$$0,18 < \chi < 1 \text{ da, } \quad \varphi = \frac{\beta}{0,18} (1 - \chi) 0,615, \quad (4)$$

bu yerda  $\beta$  – hajmiy gaz oqimi sarfi bo‘lib, u gazning hajmiy sarfi  $Q_r$  va aralashmaning hajmiy sarfi  $Q_{cm}$  ga nisbati sifatida tushuniladi.

$$\beta = \left( \frac{Q_r}{Q_{cm}} \right).$$

(3) va (4) ifodalardagi  $\chi$  parametrining qiymati quyidagi formula orqali topiladi

$$\chi = 0,705 \frac{\lambda_{ж} \cdot F_{2\text{ cm}}}{2 \sin \alpha}, \quad (5)$$

bu yerda  $\lambda_{ж}$ - suyuq oqimning uzunligi bo'ylab gidravlik qarshilik koeffitsiyenti. Quvur diametri o'rninga  $D_{ж}$  gidravlik diametrining qiymatini qo'ysak

$$D_{ж} = \frac{\pi(1-\varphi)}{\pi-\theta} D. \quad (6)$$

Shuni ta'kidlash kerakki,  $\alpha$  ning kichik qiymatlari uchun (0 dan  $1^0$  gacha) (3) va (4) iboralar ishlatilmaydi.  $\alpha=0$  (gorizontal quvur liniyasi holati) bo'lganda,  $\chi$  parametri o'z ma'nosini butunlay yo'qotadi, chunki maxrajdagi  $\sin \alpha$  nolga teng bo'ladi. Shuning uchun  $\alpha \rightarrow 0$  da Gaz BITI usuli yordamida gidravlik hisob-kitoblarni amalga oshirish mumkin emas [2]. Biroq,  $\alpha$  ning belgilangan o'zgarishlar oralig'ida boshqa usullardan foydalanish mumkin, bu qatlamli oqim ikkita bir xil oqimni ifodalashiga asoslangan bo'lib, ularning har biri uchun harakat tenglamasini yozish mumkin [5]. Suyuqlik oqimi uchun gidravlik diametr tushunchasidan foydalansak, shunga o'xshash tenglamani yozishimiz mumkin

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \lambda_{ж} Q_{ж} \frac{8Q_m^2(\pi-\theta)}{\pi^3 D^5(1-\varphi)^3} + Q_{ж} g \sin \alpha. \quad (7)$$

(2) va (7) tenglamani ikkita noma'lum algebraik tenglamalar sistemasi sifatida ko'rib chiqsak, uni yechish natijasida bir vaqtning o'zida haqiqiy gaz tarkibi  $\varphi$  va bosim tushishi  $\Delta P$  ni topish mumkin. Keltirilgan tenglamalar sistemasi yagona yechimga ega ekanligini ko'ramiz. (2) va (7) tenglamalardan  $\frac{\Delta P}{\Delta l}$  ni chiqarib tashlasak,  $\varphi$  uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$\frac{A}{\varphi^3} = \frac{\beta}{(1-\varphi)^3} \quad (8)$$

bu yerda  $A = \lambda_r Q_r \frac{8(Q + \sin(\pi-\theta))Q_r^2}{\pi^3 D^5}$

$$B = \lambda_{ж} Q_{ж} \frac{8Q_m^2(\pi-\theta)}{\pi^3 D^5}$$

(8) tenglamani yechib,  $\varphi$  ni hisoblash formulasini olamiz:

$$\varphi = \frac{\sqrt[3]{A}}{\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B}} \quad (9)$$

(9) ni (1) tenglamaga almashtirib, quyidagini topamiz

$$\frac{\Delta P}{\Delta l} = \frac{A(\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B})}{\sqrt[3]{A}} = \sqrt[3]{A^2}(\sqrt[3]{A} + \sqrt[3]{B}) \quad (10)$$

(2) va (7) tenglamalarda  $\sin \alpha = 0$ .

### Xulosa

Shuni ta'kidlash kerakki, qatlamli gaz-suyuqlik oqimida  $\Delta P$  ni aniqlashning yuqorida keltirilgan usullari, bo'linish fazasi chegarasida sezilarli to'lqin hosil bo'lgan taqdirda, bosim o'zgarishining pasaygan qiymatlarini beradi. Bu yuqori tezlikda harakatlanadigan fazalardan biri oqimni ifodalashi bilan izohlanadi, uning chegarasini bir qismi quvurning ichki yuzasining g'adir-budurligidan kattaroq ekvivalentli g'adir-budurlikda harakatlanuvchi to'lqin yuzasidir. Ma'lum bo'lgan gidravlik formulalar yordamida  $\lambda$  ni aniqlashda bu omil hech qanday tarzda hisobga olinmaydi.

## Adabiyotlar

- [1] Huseynzadeh M.A., Yufin V.A. M, Unsteady behavior of oil and gas in main pipelines M.: Nedra, 1981 (*In Rus.*).
- [2] Babajanov Yu.T. The problem of the movement of real gas in a pipeline // Problems of Mechanics, 2003, No. 4 (*In Rus.*).
- [3] Khamidov A.A. Sadullaev R, Makhkamov M.P. The problem of the laminar boundary layer of a compressed gas in a working chamber // Mechanics problem. 2005 year. No. 6
- [4] Suleymanov, V.A. Peculiarities of gas hydraulics in the pipelines with smooth internal coating [Особенности газовой гидравлики в трубопроводах с внутренним гладкостным покрытием]. Газовая Промышленность. 2014, no. 11, pp. 91–94. ISSN 0016-5581. (*In Rus.*).
- [5] Bazarov O.Sh. Studying hydrodynamic phenomena in the stationary process of pipeline gas transportation // Innovative technology. 2021. No. Special issue 1. (*In Rus.*).
- [6] Chekushina T.V., Shafeeva G.Kh. Innovative technologies in the construction and operation of pipeline transport // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine 2023. 4(109). A (*In Rus.*).
- [7] Guseinzade M.A., Drugina L.I. Petrova O.N., Stepanova M.F. Hydrodynamic processes in complex pipeline systems. - Moscow: Nedra, 1991. - 168 p. (*In Rus.*).
- [8] Eshev S.S. Babazhanov Yu.T. Bazarov O.Sh. Babazhanova I.Yu. Movement of liquid in a pipe with a fract // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine. 2021. 12(93). (*In Rus.*).
- [9] Mamaev V.A. and others. Hydraulics of gas-liquid mixtures in pipes. M.: Nedra, 1969. P. 208. (*In Rus.*).
- [10] Eshev S.S. Babazhanov Yu.T. Bazarov O.Sh. Babazhanova I.Yu. Movement of liquid in a pipe with a fract // Universum: technical sciences: electron. scientific magazine. 2021. 12(93).
- [11] Avlakulov, M., Saidov, I.E., Fayziev, S.S. Simulation of the movement of shallow water along furrows during surface irrigation. E3S Web of Conferences 2024, 494, 04047.
- [12] Авлакулов М. Многослойные капиллярные модели для разработки стохастической закономерности массопереноса //The 1 st International scientific and practical conference “European scientific congress” (February 20-22, 2023) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. 469 p. – 2023. – С. 187. (*In Rus.*).

UO‘K 62-503.4

## DINAMIK BOSHQARUV OBYEKTLARINI ZAMONAVIY MODELLASHTIRISHDA ADAPTIV FILTRLARNING QO‘LLANILISHI

Zaripova Shahlo Olimovna- katta o‘qituvchi, ORCID: 0009-0008-9950-9646,  
E-mail: [zaripovashahlo87@gmail.com](mailto:zaripovashahlo87@gmail.com)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Maqolada dinamik boshqaruv obyektlarini zamonaviy modellashtirishda adaptiv filtrlarning qo‘llanilish, zamonaviy radioelektron moslamalarda raqamli signallarni qayta ishlashning adaptiv filtrlash turi keltirilgan. Adaptiv filtrlash tushuniladigan signalni adaptiv qayta ishlash belgilangan parametrlarga ega filtrlar vazifani bajara olmagan holatda qo‘llanilishi lozim. Maqolada dinamik boshqaruv obyektlarini adaptiv filtrlash algoritmlarining asosiy turlari hamda modellashtirish vositalari asosida zamonaviy raqamli signal protsessorlari yordamida adaptiv filtrlarni amalga oshirish misollari haqida umumiy ma‘lumot berilgan. Turli xil adaptiv filtrlash algoritmlarining mavjudligi moslashuvchan filtrlarni ishlab chiqish yoki ulardan foydalanishda radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga hisoblash murakkabligi va samaradorlik o‘rtasida kompromiss qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

**Kalit so‘zlar:** adaptiv filtrlar, zamonaviy radioelektron moslamalar, raqamli signallar, algoritmlar, dinamik obyektlar, texnologiyalar, muntazamlash parametri, boshqaruvchi ta’sir, matematik model, shovqin bahosi, raqamli signal protsessorlari, signallarni raqamli qayta ishlash, viner optimal filtrlash, MATLAB tili, signallar ta’siri holati.

УДК 62-503.4

## ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Зарипова Шахло Олимовна- старший преподаватель

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** В статье представлены вопросы использования адаптивных фильтров при современном моделировании объектов динамического управления. Адаптивный фильтрационный тип цифровой обработки сигналов представлен в современных радиоэлектронных устройствах. Адаптивную обработку сигналов, под которой понимают адаптивную фильтрацию, следует использовать, когда фильтры с заданными параметрами не могут выполнить поставленную задачу. В статье приведены общие сведения об основных типах алгоритмов адаптивной фильтрации объектов динамического управления и примеры реализации адаптивных фильтров с использованием современных цифровых сигнальных процессоров на основе средств моделирования. Наличие различных алгоритмов адаптивной фильтрации позволяет разработчикам радиоэлектронной аппаратуры принимать компромиссные решения между вычислительной сложностью и эффективности при разработке или использовании адаптивных фильтров.

**Ключевые слова:** адаптивные фильтры, современные радиоэлектронные устройства, цифровые сигналы, алгоритмы, динамические объекты, технологии, параметр регуляризации, эффект управления, математическая модель, оценка шума, цифровые сигнальные процессоры, цифровая обработка сигналов, оптимальная фильтрация Винера, язык MATLAB, в случае сигнальных эффектов.

UDC 62-503.4

## APPLICATION OF ADAPTIVE FILTERS IN MODERN SIMULATION OF DYNAMIC CONTROL OBJECTS

**Zaripova, Shakhlo Olimovna**-Senior lecturer

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The article discusses the use of adaptive filters in modern modeling of dynamic control objects. Presents a type of adaptive filtering of digital signal processing in modern electronic equipment. Adaptive signal processing, which refers to adaptive filtering, should be used in cases where filters with specified parameters are not able to perform the task. The article provides general information about the main types of adaptive filtering algorithms, means of modeling them, as well as examples of the implementation of adaptive filters using modern digital signal processors. The availability of various adaptive filtering algorithms allows electronic equipment developers to make trade-offs between computational complexity and efficiency when developing or using adaptive filters.*

**Keywords:** *adaptive filters, in modern electronic devices, digital signals, algorithms, dynamic objects, technologies, regularization parameter, control effect, mathematical model, noise estimation, digital signal processors, digital signal processing, optimal Wiener filtering, MATLAB language, in case of signaling effects.*

### Kirish

Bugungi kunda dinamik boshqaruv obyektlarni avtomatlashtirish va boshqarish masalalari dolzarb bo'lib qolmoqda. Dinamik boshqaruv obyektlarini modellashtirishda turli zamonaviy usullar keng qo'llanilmoqda, jumladan adaptiv filtrlarning qo'llanilishi samarali natijalarni bermoqda. MATLAB dasturlash tilining asosiy vazifasi – signallarni qayta ishlash uchun algoritmlarini modellashtirish uchun zamonaviy vositalarga mos keladi. Mazkur dasturiy vositalar adaptiv filtrlar modellarining standart amalga oshirishlarni ham, boshqa tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan modellarni ham o'z ichiga oladi. Qurilmalarda zamonaviy raqamli signal protsessorlari (RSP) ishlab chiqaruvchilari, shuningdek radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga keyinchalik o'z jihozlarida foydalanish uchun RSP larda adaptiv filtrlarni amalga oshirish misollarini taklif qilishadi [1-6].

### Uslub va materiallar

Signallarni raqamli qayta ishlash (SRQI) radiolokatsion va radionavigatsiya tizimlarida, simli, optik va radio aloqalarida, hisoblash va maishiy texnikada keng qo'llaniladi. Texnologiyani jadal rivojlanishi so'nggi oltmish yil ichida RSP nazariyasi va amaliyotidagi ko'p sonli jarayonlar, shuningdek, elektrotexnikada texnologik yutuqlar bilan bog'liq bo'lib, ular real vaqtda algoritmlarini amalga oshirish uchun yuqori samarador va ixcham raqamli qurilmalarni yaratishga imkon beradi.

RSP rivojlanishi zamonaviy radioelektron moslamalarda bir qator mustaqil ilmiy-texnik yo'nalishlarning paydo bo'lishiga olib keldi va ularning asosiy vazifasi signallarni adaptiv qayta ishlash hisoblanadi.

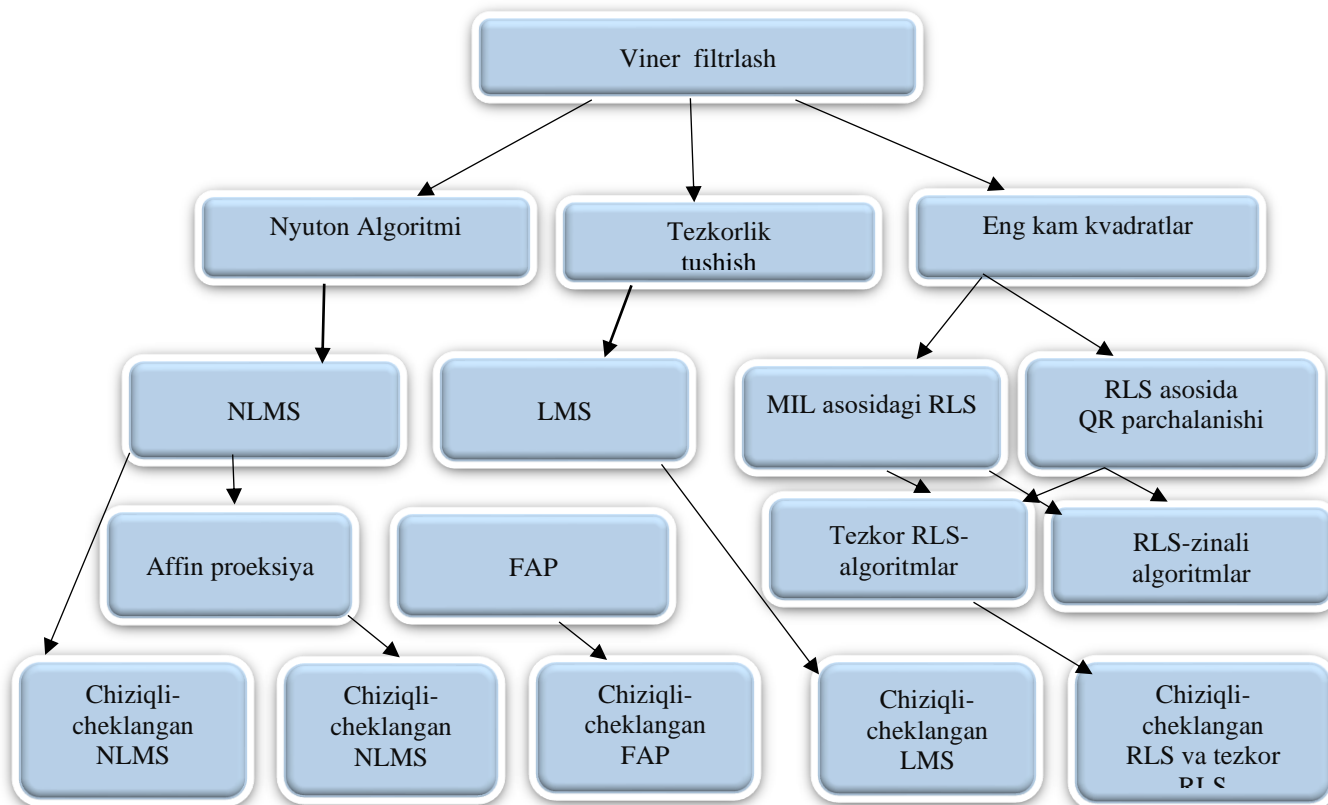
Zamonaviy radioelektron moslamalarda adaptiv filtrlash deb tushuniladigan signalni adaptiv qayta ishlash belgilangan parametrlarga ega filtrlar vazifani bajara olmagan holatda qo'llanilishi mumkin. Texnologik jarayonlarda filtrlash shartlari noma'lum yoki o'zgaruvchan bo'lgan hollarda, ya'ni, filtrlar parametrlariga qo'yiladigan talablarni oldindan shakllantirib bo'lmaydigan holatlarda ishlatish lozim.



Zamonaviy radioelektron moslamalar rivojlangan sari, adaptiv filtrlardan foydalanmasdan ularning samarali ishini ta'minlab bo'lmaydi. Hozirda zamonaviy adaptiv filtrlarni shovqin kompensatorlari, aloqa kanallarining elektr xarakteristikalari ekvalayzerlari (to'g'rilagichlari), elektr va akustik aks-sado signallari kompensatorlari va boshqa bir qator moslamalarda ishlatish mumkun [4-7].

### Tadqiqot natijalari

Signallarda adaptiv algoritmi shartli ravishda adaptiv filtrning chiqish signalini bajarish uchun hisoblash algoritmiga hamda uning og'irlik koeffitsiyentlarini (OK) hisoblash algoritmi asosida jarayonni bajarish mumkun [6-8].



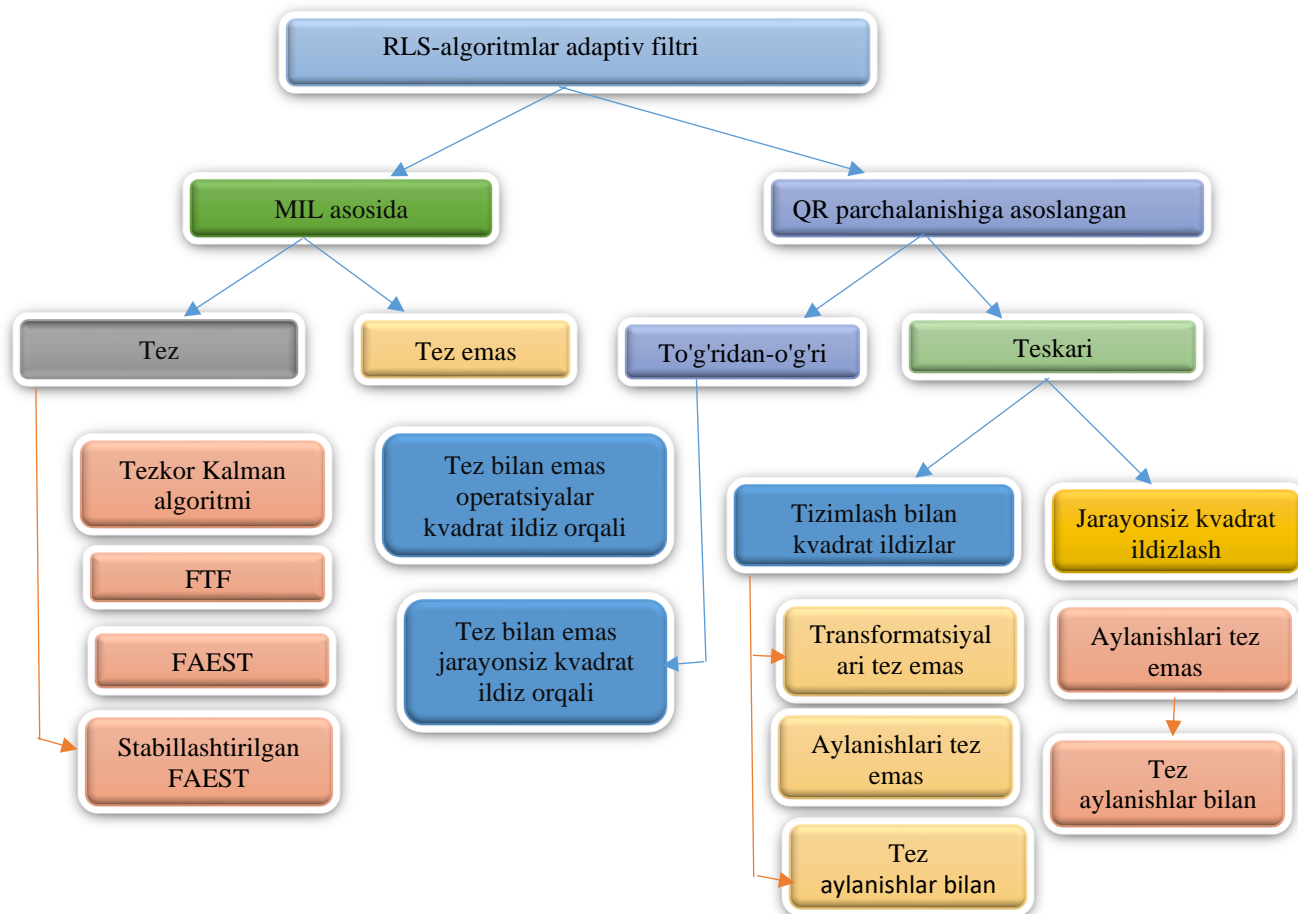
**1-rasm. Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligi.**

Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligi (1-rasm) Viner optimal filtrlash nazariyasiga asoslanib keltirilgan. Bugungi kunda ushbu nazariyaning hamda mavjud adaptiv algoritmlarning asosiy turlari tavsifini ixtisoslashtirilgan kitoblarda [3-6] da topish hamda nazariya asosida amaliyotda qo'llash mumkun. Hozirgi vaqtda adaptiv algoritmlarning o'xshashlari ko'p bo'lib Nyuton algoritmi, bu algoritmi eng tez tushish algoritmi hamda eng kichik kvadratlar algoritmi hisoblanadi. Eng kichik kvadrat mezonni oddiy algoritmlarga (Least Mean Square, LMS), uning me'yorlashtirilgan versiyasi (Normalized LMS, NLMS) bo'yicha gradient adaptiv algoritmlarning turlari kiradi, murakkab algoritmlarga esa lemma matritsa inversiyasi (Matrix Inversion lemma, MIL) va QR-parchalanishga asoslanadigan eng kichik kvadratlar mezonni bo'yicha rekursiv algoritmlar (Recursive least Squares, RLS) turlari kiradi. Signallarni adaptiv filtrlash algoritmlarining xilma-xilligidan tashqari, tezkor (ya'ni, hisoblash samarali) AP (Fast AP, FAP) algoritmlar va tezkor RLS-algoritmlar, jumladan, zinali algoritmlar mavjud, ular tuzilish jihatdan zina yoki panjarani eslatuvchi hisoblash protseduralari tufayli shu nomni olgan.

Ko'pgina adaptiv filtrlashda algoritmlarning ish jarayoni adaptiv filtrning talab qilinadigan va chiqish signallari o'rtasidagi ma'lumlarni xatoligi funksiyalarning shartsiz yoki shartli ravishda

minimallashtirishga asoslanib bajariladi. Shartli optimallashtirishda, odatda, minimallashtiriladigan maqsadli funktsiya qiymatlariga qo'yiladigan chiziqli cheklovlar mavjud. Buning natijasida hosil bo'lgan adaptiv algoritmlar chiziqli cheklangan deb ataladi.

Turli xil adaptiv filtrlash algoritmlarining mavjudligi moslashuvchan filtrlarni ishlab chiqish yoki ulardan foydalanishda radioelektron apparatura ishlab chiquvchilarga hisoblash murakkabligi adaptiv filtrlarning iteratsiyasi uchun zarur bo'lgan arifmetik operatsiyalar soni ko'pligi va jarayonning davomiyligi, barqaror holatdagi xato qiymat o'rtasida kompromiss qarorlar qabul qilishi mumkin. Adaptiv filtrlar apparat yordamida odatda oddiy gradiyent algoritmlarini amalga oshirishda qo'llaniladi [6-9].

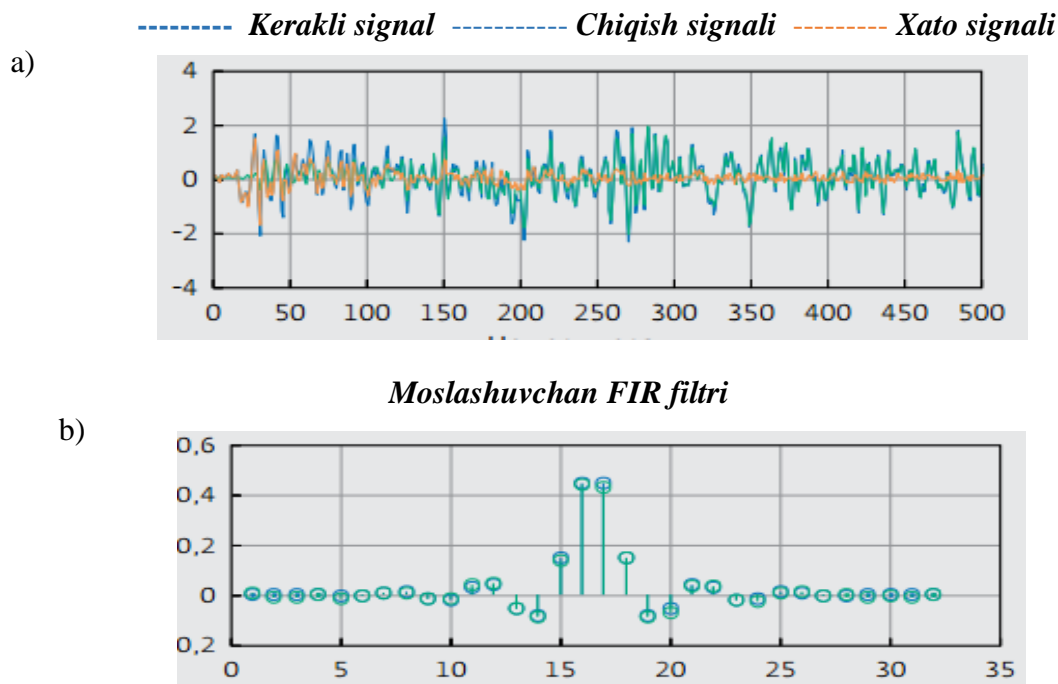


**2-rasm. Signallarni adaptiv filtrlash uchun RLS-algoritmlarining turlari**

Signallarni adaptiv filtrlash uchun RLS-algoritmlarining xilma-xilligi (2-rasm) adaptiv filtr kirish signallarining korrelyatsion matritsasini va uning dinamik tartibga solinishini, shuningdek, bitta, ikkita yoki to'rtta RQP yordamida strukturaviy-mustaqil parallel amalga oshirilishini baholashda turli xil oyna funksiyalarni qo'llash hisobidan amalga oshirish mumkin.

MATLAB tili dasturiy mahsulotlar qisqartirilgan yadrolarini o'z ichiga oladi (labVIEW da MathScript va SystemVue da Mathlang), ularni shaxsiy kompyuterda MATLAB tilini o'rnatmasdan labVIEW yoki SystemVue muhitida foydalanish imkonini beradi.

Signallarni boshqarish uchun, RSP algoritmlari jamlangan MATLAB tilining standart DSP System Toolbox ilovasida ham obyektlar sifatida hamda amalga oshirilgan 30 ga yaqin turli xil adaptiv algoritmlar mavjudligini ko'rishimiz mumkin. Hozirgi kunda mazkur obyektlar turli xil adaptiv ilovalarni, xususan, Communication Toolbox standart ilovasining adaptiv ekvalayzerlarida modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin.



**3-rasm. Adaptiv filtrlarni modellashtirish:**  
**a – LMS-algoritm asosida; b – RLS-algoritm asosida**

3-rasmda 32 ta OK ga ega cheklangan impuls xususiyatli filtrning impuls javobini aniqlash masalasini yechishda MATLAB tilida adaptiv algoritm obyektlaridan foydalanishning ikkita misoli keltirilgan. Signallardagi RLS-algoritm LMS-algoritmga nisbatan qisqaroq o'tish jarayonini ko'rsatadi, bu esa adaptiv filtrlarning xususiyatlariga mos keladi va ishlash jarayonini tezlashtiradi.

Dasturlarda MATLAB tilining standart vositalarida amalga oshirilgan turli adaptiv filtrlash algoritmlari uchun o'xshash tasvirlarni olish dasturlari DSP System Toolbox ilovasining "Ma'lumotlar tizimi" da ko'rish mumkin.

MATLAB tilida adaptiv algoritmlarini obyektlar ko'rinishida amalga oshirishning bir qator kamchiliklari mavjud, ulardan ba'zi ilovalarni modellashtirishda foydalanishni cheklaydi [4-8]. Adaptiv filtrlash algoritmlari kutubxonasida bu kamchiliklar mavjud emasligi bilan ahamiyatga ega.

Kutubxona [11-15] haqiqiy va kompleks OK saqlagan bir kanalli va ko'p kanalli adaptiv filtrlar uchun adaptiv filtrlashning deyarli barcha turlarini o'z ichiga oladi (1-3-rasmga qarang).

Adaptiv filtrlash algoritmlarining foydalanuvchi grafik interfeysi (FGI) 3-rasmda keltirilgan. Adaptiv filtrlarni modellashtirish yordamida ichki va tashqi test signallari ta'siri ostida harakat qiladigan adaptiv filtrlashning ma'lum algoritmining xususiyatlarini ko'rish mumkin. Bu holatda tashqi test signallari ta'siri holatida ma'lumotlar fayllari ko'rinishida uzatiladigan signallar qo'llaniladi. Algoritmni FGI zarur bo'lgan tanlash orqali, adaptiv filtrlar kerakli kanallar sonini va qo'llaniladigan arifmetika turini (haqiqiy yoki kompleks) aniqlash, shuningdek, tanlangan algoritmdan bog'liq bo'lgan parametrlarni belgilash imkonini yaratib beradi.

MATLAB dasturlash tilining kutubxonaning barcha algoritmlari obyektlar yoki funksiyalar emas, balki dasturlar ko'rinishida amalga oshirilgan bo'lishi kerak. MATLAB dasturlash tilida bunday amalga oshirish algoritmlar xususiyatlarini tadqiq qilishda yoki ularning ish qobiliyatini tekshirishda qulaydir, chunki algoritmning barcha "ichki" o'zgaruvchilariga ruxsatga ega. Dasturda shuningdek biron-bir RSP uchun Assembler tilida algoritmlarni o'tkazish uchun qo'llash qulaydir, chunki kutubxona algoritmlari signallarni vektorli emas, balki iteratsion qayta ishlashga dasturlashtirilgan. Ushbu dasturda adaptiv algoritmlarning aksariyati ilovaga grafik tarzda integratsiyalashgan, modellashtirishning kirish/chiqish signallari fayllarda saqlanishi mumkin. Keyinchalik ular adaptiv algoritmlarni dasturlash tillariga va hisoblash platformalariga o'tkazishda test vektorlar sifatida qo'llanilishi mumkin.

MATLAB tilida bir qator adaptiv filtrlash algoritmlari FREE-ASPT for MATLAB kutubxonasida ham amalga oshirilgan [4, 5, 11, 15]. Biroq, ushbu kutubxonaning bepul versiyasidan faqat cheklangan miqdordagi OK soniga ega adaptiv filtrlarni modellashtirish uchun foydalanish mumkin. MATLAB dasturlash tilida algoritmlarning dasturiy kodi yopiq bo'lib, bu algoritmlarni amalga oshirish xususiyatlari bilan tanishishga imkon bermaydi va ularning xususiyatlarini o'rganishda noqulaylik yuzaga keladi.

### Xulosa

Maqolada signallar uchun MATLAB, SystemVue va labVIEW dasturlash tillarida adaptiv filtrlashning standart va nostandart ilovalarining asosiy elementlaridan biri mahalliy "ELVIS" ilmiy-ishlab chiqarish markazi OAJ, shuningdek, Analog Device Texas, Instruments va Freescale Semiconductor xorijiy kompaniyalarining zamonaviy RSP larining orqali adaptiv filtrlash amaliy kutubxonalari elementlari ko'rib chiqildi. Mazkur maqola adaptiv filtrlarni hamda ularning ilovalarini modellashtirish va ishlab chiqish vositalarini tanlashda qo'llanma bo'lib xizmat qilishi mumkin. Adaptiv filtrlar ishlatuvchilari va ishlab chiqaruvchilari hamda mahalliy va xorijiyda ishlab chiqarilgan RSP larning arxitektura xususiyatlari va qiyosiy tahlilini muhokama qilish uchun [6,8-10,13] maqoladan ham foydalanishlari mumkin.

### Adabiyotlar

- [1] Егупов Н.Д., Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в 5 томах. - М.: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2004.
- [2] Справочник по теории автоматического управления // Под ред. А.А. Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
- [3] Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах // Под ред. К. Т. леондеса Пер. с англ., - М.: Мир, 1980. - 407 с.
- [4] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.1. – Современная электроника, 2009, №9, с.56–63.
- [5] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.2. – Современная электроника, 2010, №1, с.72–77.
- [6] Джиган В.И. Адаптивные фильтры и их приложения в радиотехнике и связи, ч.3. – Современная электроника, 2010, №2, с.70–77.
- [7] Синицын И.Н. Фильтры Калмана и Пугачева. Изд-во: Логос, 2006. –640с.
- [8] Первачев С.В., Перов А.И. Адаптивная фильтрация сообщений. – М.: Радио и связь, 1991. -160 с.
- [9] Saberi A., Stoorvogel A.A., Sannuti P. Filtering Theory with Applications to Fault Detection, Isolation, and Estimation. Boston: Birkhauser, 2007. - 723pp.
- [10] Simon D. Optimal State Estimation. Kalman, H-infinity and Nonlinear Approaches. Hoboken, NJ: Wiley, 2006. - 526 pp.
- [11] Sayed A.H. Fundamentals of adaptive filtering. – NJ, Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 2003.
- [12] Уидроу Б., Стирнз С.Д. Адаптивная обработка сигналов // Пер. с англ. под ред. Шахгилдяна В.В. – М.: Радио и связь, 1989.
- [13] Poularikas A.D., Ramadan Z.M. Adaptive filtering premier with MATLAB. – New York, CRC Press, 2006.
- [14] Солонина А.И., Арбузов С.М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в МАТЛАБ: учебн. пособие. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2008 с.
- [15] Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Симулинк: учебн. пособие. – С.-Пб.: БХВ Петербург, 2008.

UO‘K 004.032.2

## SO‘ROVLARGA XIZMAT KO‘RSATISHDA VEB SERVERLARNING SAMARADORLIGINI ANIQLASH

**Abdullayev Eldor Sa’dulla o‘g‘li** — doktorant (PhD), ORCID: 0000-0002-8954-9731,  
E-mail: [eldorabdullayev0223@gmail.com](mailto:eldorabdullayev0223@gmail.com)

Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Veb saytlarning hozirgi kundagi barcha tarmoqlarda keng qo‘llanilishi ularga bo‘lgan so‘rovlarning tobora ortib borishiga sabab bo‘lmoqda. Bu esa yuqori so‘rovlar jarayonida ularga xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish bilan bog‘liq ilmiy izlanishlarni tobora kengaytirmoqda. Ushbu jarayonda so‘rovlarga xizmat ko‘rsatishda veb serverlar asosiy o‘rin egallaydi. Ushbu maqolada turli veb serverlarda o‘rnatilgan masofaviy platformalarning so‘rovlarga javob berishi sinovdan o‘tkazilgan hamda klient va server orasidagi kechikish ko‘rsatkichlari, so‘rovlarni qabul qilish va rad etish ko‘rsatkichlari bo‘yicha tahlillar amalga oshirilgan. Shuningdek, lokal tarmoq orqali Apache va Nginx veb serverlarida odatiy va optimallashtirilgan sozlamalar ustida sinovlar o‘tkazilgan. Bunda, Apache va Nginx veb serverlarining optimallashtirilgan sozlamalari tizim serverining texnik imkoniyatlariga moslashtirilgan holda amalga oshirilgan. Olingan natijalarga ko‘ra Nginx veb serverining samaradorligi yuqoriroq ekanligi aniqlangan.*

***Kalit so‘zlar:** veb server, Apache, Nginx, ulanish kechikishi, takomillashtirilgan veb server sozlamasi, so‘rovlarning yuqori hajmi.*

УДК 004.032.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕБ-СЕРВЕРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЗАПРОСОВ

**Абдуллаев Элдор Саъдулла угли**- докторант (PhD)

Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

***Аннотация.** Распространение вебсайтов в различных секторах привело к резкому увеличению спроса на их услуги. В результате произошло заметное расширение научных исследований с целью повышения эффективности обслуживания для удовлетворения растущих потребностей. Ключевую роль в этом процессе играют веб-серверы, которые отвечают за обработку этих запросов. В данной статье рассматривается отзывчивость удаленных платформ, размещенных на различных веб-серверах. Проводится анализ таких факторов, как задержка между взаимодействиями клиент-сервер, а также скорость принятия и отклонения запросов. Также проводятся тесты как на стандартных, так и на оптимизированных конфигурациях веб-серверов Apache и Nginx в локальной сетевой среде. В ходе этих оценок оптимизированные конфигурации Apache и Nginx адаптируются к конкретным техническим возможностям серверной системы. Полученные результаты показывают, что Nginx превосходит Apache по эффективности, подчеркивая его превосходство в удовлетворении растущих требований к веб-серверам.*

***Ключевые слова:** веб-сервер, Apache, Nginx, время задержки, настройки оптимизации веб-сервера, запросы с высоким трафиком.*



UDC 004.032.2

## DETERMINE WEB SERVER EFFICIENCY IN SERVICING REQUESTS

**Abdullayev, Eldor Sadulla ugli**-Doctoral student (PhD)

Tashkent state transport university, Tashkent city, Uzbekistan

**Abstract.** *The ubiquity of websites across all sectors has led to a surge in demand for their services. Consequently, there's been a notable expansion in scientific inquiry to enhance service efficiency to meet the escalating needs. Central to this endeavor are web servers, which play a pivotal role in processing these requests. This article examines the responsiveness of remote platforms hosted on various web servers. It conducts analyses on factors such as latency between client-server interactions, as well as the rates of request acceptance and rejection. Furthermore, tests are conducted on both default and optimized configurations of Apache and Nginx web servers within a local network environment. In these evaluations, the optimized configurations of Apache and Nginx are tailored to the specific technical capabilities of the server system. The results indicate that Nginx outperforms Apache in terms of efficiency, highlighting its superiority in handling the increasing demands placed on web servers.*

**Keywords:** *web server, Apache, Nginx, latency time, optimization web server settings, high traffic of requests.*

### Kirish

Hozirgi kunda veb saytlar barcha tarmoqlarga kirib bormoqda. Shu bilan birga masofadan xizmatlarni tashkil etish hozirgi kundagi asosiy ish jarayonlaridan biriga aylandi. Bu veb xizmatlarini ishga tushirishda oldindan foydalanuvchilar auditoriyasini hisoblash va ularning so'rovlar oqimiga mos server qurilmalarini tanlashni talab etadi [1, 11]. Chunki, masofadan http so'rovlarga xizmat ko'rsatishda server to'g'ridan-to'g'ri xizmat ko'rsatish vositasi hisoblanmaydi. Veb xizmatlari uchun server qurilmalariga veb server dasturiy ta'minotlari o'rnatiladi va veb serverlarga veb saytlar joylashtiriladi. Ish jarayonlarida esa veb serverlar so'rovlarga xizmat ko'rsatish vositasi hisoblanadi va serverning samaradorligini belgilab beradi [11]. Odatda veb serverlarning samarali yoki samarasiz ishlayotganligi, tizimga bo'lgan yuklamaning odatiy holatdan ortishi yoki juda yuqori bo'lgan holatlarida o'z natijasini ko'rsatadi. Bu esa yuklama yuqori bo'lgan vaqtlarda foydalanuvchilar so'rovlariga xizmat ko'rsatish vaqtlarining ortishiga yoki tizimning xizmat ko'rsatish qobiliyatini yo'qolishiga olib keladi. Bu tizim samaradorligiga jiddiy ta'sir etadi va ish jarayonlarida turli uzilishlarga sabab bo'ladi [7, 12].

Hozirgi kunda dunyo bo'ylab ko'plab veb serverlardan foydalaniladi. Hamda ular o'zlarining ishlash arxitekturasiga ko'ra bir-biridan farq qiladi [13]. Ushbu veb serverlar orasida hozirgi kunda eng keng foydalaniladiganlari apache va nginx hisoblanadi. Ushbu veb serverlar ishlash prinsiplariga ko'ra farqlanadi.

Apache so'rovlarga xizmat ko'rsatish jarayonida har bir so'rov uchun alohida jarayon yoki thread yaratadi va bu so'rovga xizmat ko'rsatishni amalga oshiradi [13, 14]. Bunda ushbu yaratilgan har bir jarayon yoki thread uchun xotiradan alohida joy talab etiladi.

Hozirgi kunda, tizimlardan foydalanishda xizmat ko'rsatish vaqtlari eng muhim omillardan biri hisoblanib, bu borada xorijiy va respublikamiz olimlari tomonidan izlanishlar olib borilmoqda. Jumladan, Putro, Z. P. va Supono, R. A. [11] olib borgan tadqiqotlarga qaraydigan bo'lsak, xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilash uchun load balancing texnologiyasi asosida tadqiqotlar olib borilganligini ko'rishimiz mumkin. Bunda tadqiqotchilar Apache va Nginx veb serverlari bilan turli xil test urinishlarini o'tkazganlar. Test natijalari veb serverlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqti, xatoliklarga uchrashlar va so'rovlarni qabul qilish ko'rsatkichi, foydalanuvchi va server bog'lanish

vaqtlari ko'rsatkichlari bo'yicha olib borilgan. Tadqiqot yakunida bir necha ko'rsatkichlar bo'yicha Apache veb serverining ustunlik jihatlari, qolgan bir necha faktorlar bo'yicha esa Nginx veb serverining afzalliklari aniqlangan.

Shuningdek, load balancing metodlari bilan bog'liq tadqiqot ishlari boshqa [4] tadqiqotlarda ham amalga oshirilgan. Ushbu ishning yuqorida keltirib o'tilgan [11] ishlardan farqli jihati shundaki, bu tadqiqotda Nginx veb serverida turli load balancing metodlarining tizimga so'rovlarni qabul qilish hajmiga bog'liqligi o'rganilgan.

Boshqa bir tadqiqot ishida [15] esa, veb dasturlar tizimining ishlash jarayoni tadqiq etilgan bo'lib, unda tizim ish jarayonlarini optimallashtirish uchun veb dastur tarkibiy qismini optimallashtirish, server ish faoliyatini optimallashtirish, ma'lumotlarni saqlash samaradorligini optimallashtirish amalga oshirilgan. Buning natijasida so'rovlarning katta yuklamasi vaqtidagi tizim so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqti va yuklanish darajalari tahlil qilingan.

Boshqa olimlar [16] tomonidan olib borilgan tadqiqot ishida veb serverlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlari, xotira sarfi, CPU yuklanish ko'rsatkichlari hamda turli foydalanuvchilar soniga nisbatan veb sahifalar hajmlari bo'yicha o'rganishlar amalga oshirilgan. Shu bilan birga Apache va Nginx veb serverlarning yuqoridagi ko'rsatkichlar bo'yicha farqlari tadqiq etilgan.

Q.Fan va Q.Wanglarning tadqiqot ishida [6] turli arxitekturali veb serverlarning yuqori yuklama vaqtlarida so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlariga ta'siri tadqiq etilgan. Bunda, thread-based Tomcat-BIO va asinxron Tomcat-NIO veb serverlarida tadqiqotlar amalga oshirilgan hamda yuklamaning turli hajmlarida ushbu tizimlarning so'rovlarga xizmat ko'rsatish vaqtlari keltirib o'tilgan.

Yana bir tadqiqot ishida [3] esa veb serverlarning xizmat ko'rsatish vaqtlari, veb sahifalarning hajmlariga va foydalanuvchilar so'rovlari soniga nisbatan tahlillari amalga oshirilgan.

Yuqoridagi tahlillar natijasida aytish mumkinki, hozirgi kunda veb tizimlarning xizmat ko'rsatish vaqtini optimallashtirish bilan bog'liq ishlar muhim ahamiyatli ishlar qatoriga kiradi. Quyida, veb serverlarning xizmat ko'rsatish vaqtlari bo'yicha olib borilgan turli izlanishlarimiz natijalari keltirildi.

## Material va metodlar

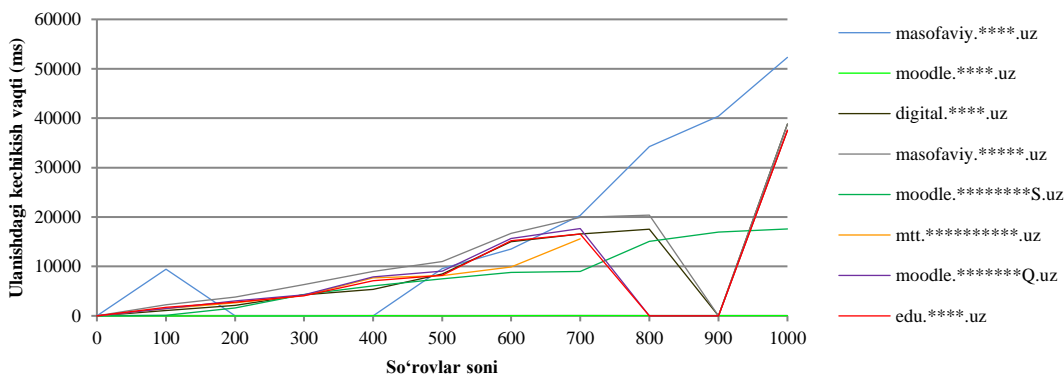
Ushbu tadqiqotlar tobora ommalashib borayotgan masofadan xizmat ko'rsatish tizimlari ustida olib borilgan hamda bu tizimlarni foydalanishga taqdim etishda turli veb serverlardan foydalanilgan. Tadqiqotlar O'zbekiston bo'ylab turli oliy ta'lim muassasalari masofaviy o'qitish tizimlariga Apache JMeter 5.4.1 dasturi yordamida bir vaqtda so'rovlar jo'natish yo'li bilan olib borilgan. Tadqiqot natijalarini keltirishda xavfsizlikni ta'minlash maqsadida oliy ta'lim muassasalari nomlari maxsus belgi (\*) bilan almashtirilgan.

### 1-jadval

#### Veb saytlarning veb serverlari jadvali

T/R	Veb sayt nomi	Foydalanilgan veb server
1	masofaviy.****.uz	Apache
2	moodle.****.uz	Nginx
3	digital.****.uz	Apache
4	masofaviy.*****.uz	MS IIS
5	moodle.*****S.uz	Nginx
6	mtt.*****.uz	Nginx
7	moodle.*****Q.uz	Apache
8	edu.****.uz	CloudFlare

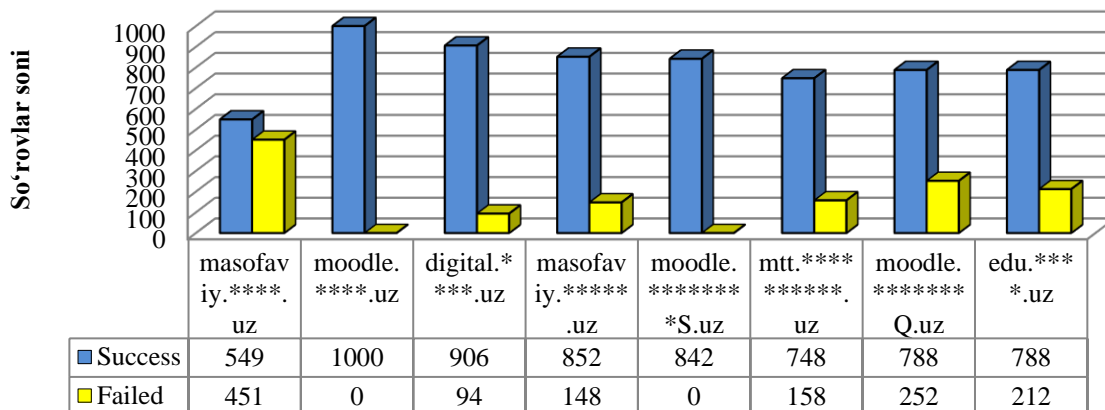
Ushbu tizimlarga so'rovlar jo'natish tezligi sekund birlikni tashkil etdi. Hamda so'rovlar soni sifatida 1000 dona so'rov etib belgilandi. Ushbu tezlik bilan so'rovlar tizimlarga jo'natilganda ulanishdagi kechikish ko'rsatkichi quyidagicha bo'ldi (1-rasm).



**1-rasm. So‘rovlar soniga nisbatan kechikish ko‘rsatkichi**

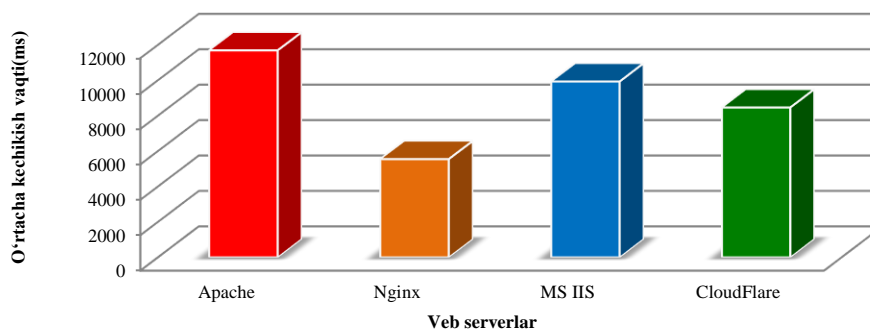
1-rasmdan ko‘rish mumkinki, ba’zi tizim veb serverlarida so‘rovlar sonining ma’lum miqdorida nol kechikish ko‘rsatkichini qayd etildi. Ta’kidlab o‘tish zarurki, ushbu so‘rovlar ko‘rsatkichiga yetganda tizim so‘rovlarni qabul qilish qobiliyatini vaqtinchalik yo‘qotgan. Shu sababli, ushbu qiymatlarda kechikish ko‘rsatkichi nolga teng bo‘lgan.

Agarda tizimlarning so‘rovlarga javob berish ko‘rsatkichiga qarasaq barcha tizimlar ham so‘rovlarning hammasini qabul qilmaganini ko‘rishimiz mumkin (2-rasm).



**2-rasm. Tizimlarning so‘rovlarni qabul qilish ko‘rsatkichi**

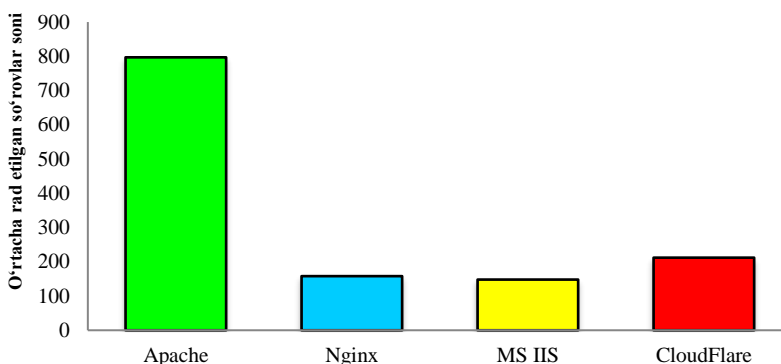
Endi ushbu ko‘rsatkichlarni veb serverlarga bo‘lgan holda veb serverlarning samaradorlik ko‘rsatkichlarini tahlil qilamiz. Yuqoridagi tadqiqotga ko‘ra ulanishdagi kechikish ko‘rsatkichlarining eng yuqorisi Apache veb serverida qayd etildi va eng kichik ko‘rsatkich Nginx veb serverida kuzatildi (3-rasm).



**3-rasm. O‘rtacha kechikish ko‘rsatkichlari**

O‘rtacha rad etilgan so‘rovlar soni tahliliga ko‘ra quyidagi qiymatlarni ko‘rishimiz mumkin (4-rasm). Bunga ko‘ra ham eng katta qiymat Apache veb serverida ekanligi ko‘rinadi. Eng kichik

ko'rsatkich Nginx va MS IIS deyarli bir xil qiymatga ega. Lekin 1-jadvaldagi ma'lumotlarga asosan aytib o'tish mumkinki, sinovlar o'tkazilgan veb saytlarning faqat bittasida MS IIS veb serverdan foydalanilgan. Shu sababli, eng kichik qiymat Nginx veb server ko'rsatkichi deb qarash mumkin.

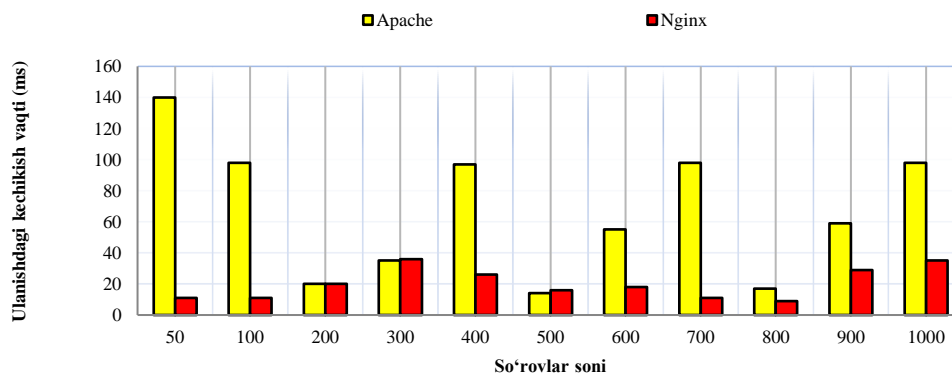


4-rasm. O'rtacha rad etilgan so'rovlar ko'rsatkichlari

So'rovlarning tirbandlik vaqtlarida Nginx veb serverlar natijalari yaxshi ko'rinishda bo'ldi. Ammo, ushbu qiymatlar xulosa chiqarish uchun yetarli hisoblanmaydi. Chunki, ushbu qiymatlar asosida xulosa berish uchun zaruriy bo'lgan tadqiqot o'tkazilgan serverlarning texnik ko'rsatkichlari noma'lumdir. Shu sababli, tadqiqot natijalari bo'yicha to'g'ri xulosa berish uchun quyida bir xil ko'rsatkichli serverlarda qo'shimcha sinovlar amalga oshirildi.

**Veb serverlar bilan sinovlar o'tkazish.** Buning uchun, Intel Core™ i7-10700T Processor (2.0 GHz base frequency, up to 4.5 GHz with Intel® Turbo Boost Technology, 8 cores, 12 threads, 16 MB cache), 8 GB DDR4 3200 MHz RAM, 256 GB SSD serveridan foydalanildi. Hamda sinovlar Apache va Nginx veb serverlarida olib borildi.

5-rasmda sinov natijasida olingan ulanishdagi kechikish ko'rsatkichlari keltirilgan. Unga ko'ra, olingan natijalardagi qiymatlar yuqoridagi qiymatlar kabi Apache veb server bilan bog'liq kechikishlarni ko'rsatmoqda. Lekin, Nginx veb server uchun ancha kichik va nisbatan mo'tadil o'suvchi va kamayuvchi qiymatlarni ko'rsatdi. Ammo so'rovlarni qabul qilish ko'rsatkichlari bilan bog'liq sinovlarda esa serverga yuborilgan barcha so'rovlarni qabul qilish qayd etildi. Bunga esa sinov o'tkazilgan tizim lokal tarmoqda ekanligi va internet bilan bog'liq ulanish yoki kechikishlar mavjud emasligi sababdir. Chunki, real tizimlarda so'rovlarga xizmat ko'rsatishda ularga shakllantirilgan javobni jo'natish uchun internet aloqasidan foydalanilganligi va natijalar turli hajmda bo'lganligi sababli ularni klientga jo'natish uchun ham ma'lum vaqt talab etiladi. Bu esa tizimda so'rovga xizmat ko'rsatish vaqtining ortishiga va navbatdagi so'rovlarning ko'proq kutishiga sabab bo'ladi. Bu esa o'z navbatida ma'lum miqdordagi so'rovlarga xizmat ko'rsatilmasligiga olib keladi.



5-rasm. Klient va server ulanishidagi kechikish ko'rsatkichlari

Shuni aytib o'tish kerakki, ushbu o'tkazilgan sinovlar veb serverlarning odatiy sozlamalari yordamida amalga oshirildi.

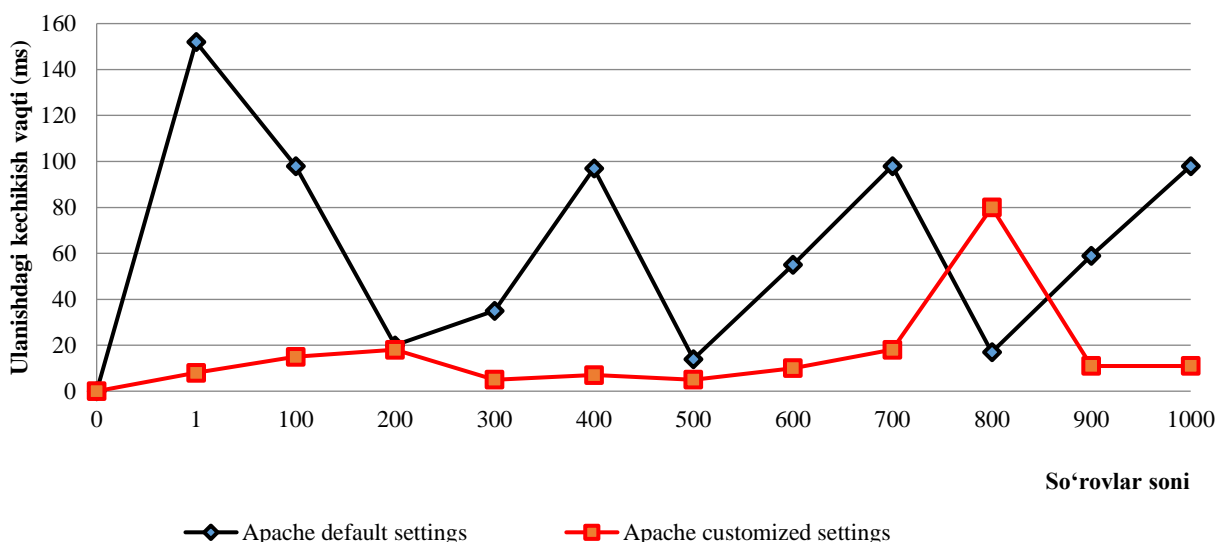
### Tadqiqot natijasi va tahlilari

Ammo, izlanuvchi [2, 5, 8, 9, 10]lar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar asosida aytish mumkinki, odatiy sozlamalar bilan so'rovlarga xizmat ko'rsatish barcha holatlarda ham samarali hisoblamaydi. Chunki, barcha server qurilmalarining o'ziga xos texnik ko'rsatkichlari mavjudligi va bu texnik ko'rsatkichlar so'rovlarga xizmat ko'rsatish jarayonlarida asosiy o'rin egallaydi. Shu sababli, veb serverlarni avvalo server texnik ko'rsatkichlariga, bir vaqtda xizmat ko'rsata olish qobiliyatiga va xizmat ko'rsatish vaqtiga ta'sir etuvchi boshqa ko'rsatkichlariga moslash muhimdir. Jumladan, [5, 9] larning tadqiqot ishlarida Apache veb serverining odatiy sozlamalarini server imkoniyatlari moslashtirish orqali tadqiqotlar o'tkazilgan va yuqori yuklama vaqtlarida so'rovlarga xizmat ko'rsatishda yaxshilanishlar kuzatilgan. Bunda avvalo [1] ga asosan serverning bir vaqtda qabul qilishi mumkin bo'lgan so'rovlar soni aniqlandi hamda Apache veb serverning *MaxRequestWorkers* qiymati shunga mos etib belgilandi (2-jadval). Ushbu qiymat Apache veb serverining bir vaqtda xizmat ko'rsatishi mumkin bo'lgan so'rovlari sonini anglatuvchi qiymat hisoblanadi. Odatiy holatda bu qiymat 400 ga teng bo'lganligi sababli, agarda server imkoniyati odatiy qiymatdan kichik bo'lsa u holda kelayotgan so'rovlarning yo'qotilish ehtimoli katta bo'ladi. Chunki, bunda kutish holatidagi so'rovlar soni bir vaqtda xizmat ko'rsatish imkoniyatidan juda katta bo'lib ketadi hamda ma'lum vaqtdan so'ng ular rad etilgan javob qabul qilishni boshlaydi. Veb server sozlamalari server ko'rsatkichlari imkoniyatlariga moslashtirilgandan so'ng ulanishdagi kechikish vaqtlari ham umumiy hisobda sezilarli ravishda kamaydi (6-rasm).

2-jadval

Apache veb server sozlamalari

Odatiy sozlama	Moslashtirilgan sozlama
<b>MaxRequestWorkers 400</b> <b>MaxThreads 1000</b> <b>Timeout 300</b>	<b>MaxRequestWorkers 165</b> <b>MaxThreads 40</b> <b>Timeout 30</b>



6-rasm. Apache veb serverining odatiy va moslashtirilgan sozlamalari natijalari grafigi

Nginx veb serverining sozlamalari quyidagicha o'zgartirildi.

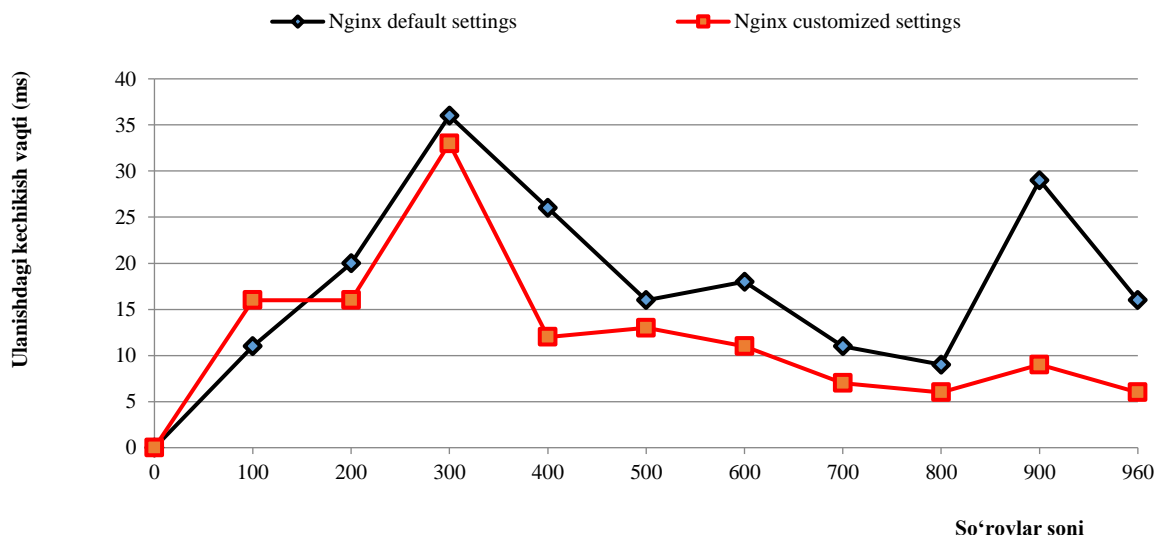


**3-jadval**

**Nginx veb server sozlamalari**

Odatiy sozlama	Moslashtirilgan sozlama
<b>worker_processes auto;</b> <b>worker_connections 1024;</b> <b>keepalive_timeout 65s;</b> <b>client_body_timeout 12s;</b> <b>client_header_timeout 12s;</b> <b>keepalive_timeout 65s;</b> <b>send_timeout 10s;</b> <b>#gzip on</b>	worker_processes 8; worker_connections 8192; keepalive_timeout 75s; client_body_timeout 15s; client_header_timeout 30s; send_timeout 30s; gzip on; gzip_comp_level 5; gzip_min_length 256; gzip_types text/plain text/css application/json application/javascript text/xml application/xml application/xml+rss text/javascript;

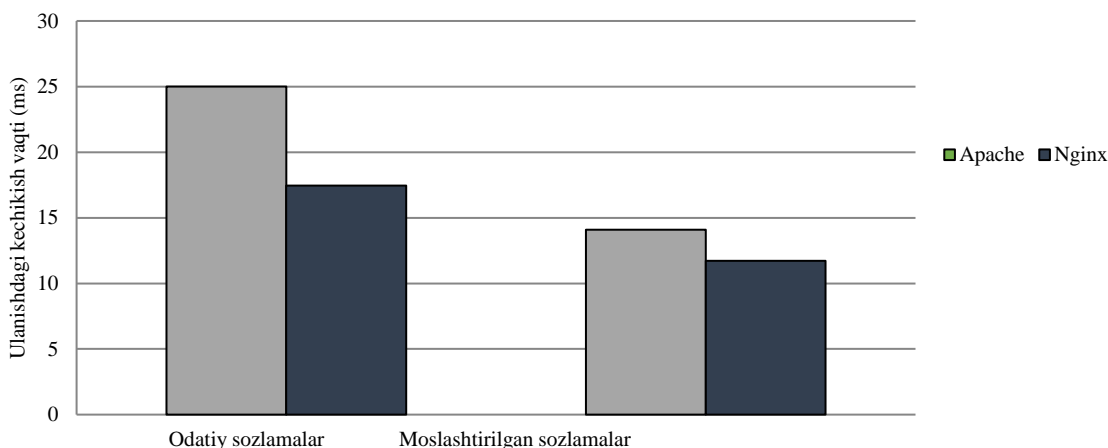
O'zgartirishlar natijasida olingan qiymatlar quyidagi 7-rasmda keltirilgan.



**7-rasm. Apache sozlamalarning odatiy va moslashtirilgan holatlaridagi kechikishlar ko'rsatkichlari**

Natijalardan ko'rish mumkinki, veb serverlarning sozlamalarini serverning imkoniyatlariga moslashtirish orqali, so'rovlarga xizmat ko'rsatishdagi kechikishlarni kamaytirishga erishish mumkin.

Olingan natijalar farqlariga ko'ra, Nginx veb serverining natijalari Apache veb server natijalariga nisbatan ancha kichik ekanligini ko'rishimiz mumkin (8-rasm). Shuni aytib o'tish kerakki, bu jarayonda sozlamalarning odatiy va moslashtirilgan ko'rsatkichlarining barchasida ham Nginx veb server natijalari Apache veb server natijalariga nisbatan kichikroq va rad etilgan so'rovlar soni kamroq bo'ldi.



**8-rasm. Apache va Nginx veb serverlarining taqqoslama grafigi**

### Xulosa

Yuqorida o‘tkazilgan sinovlar natijalari asosida aytish mumkin, tizim uchun veb serverlarni tanlash va ular asosida xizmat ko‘rsatish, ish unumdorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Lekin, ularning yuklamani yuqori vaqtlari uchun kerakli ko‘rinishda sozlash va ularning server texnik ko‘rsatkichlariga mos bo‘lishi ham muhim hisoblanadi. O‘tkazilgan sinovlar ham odatiy sozlamalardan ko‘ra server texnik ko‘rsatkichlariga moslashtirilgan veb serverlarda o‘tkazilgan sinov natijalari samaraliroq ekanligi ko‘rsatdi. Shu bilan birga, Apache va Nginx veb serverlarining natijalari orasida ham katta farqlar kuzatildi. Hamda, Nginx veb serverining natijalari so‘rovlarning yuqori tirbandligi vaqtlarida samaraliroq ekanligi qayd etildi.

### Adabiyotlar

- [1] Abdullaev, E., Zakirov, V., & Shukurov, F. (2023). Assessment of the distance learning server's operation strategies and service capacity in advance. *E3S Veb of Conferences*, 06016.
- [2] Atto, K., & Kotova, E. E. (2020). Communicative strategies simulation in intelligent learning environment. *In 2020 IEEE Communication Strategies in Digital Society Seminar*, 37-39.
- [3] Chen, C. P., Lin, G. J., Lin, Y. H., Song, H. P., & Bai, Y. W. (2015). Performance measurement and queueing model of Veb servers with a variation of Vebpage sizes. *In 2015 International Symposium on Next-Generation Electronics*, 1-4.
- [4] Chyrvon, A., Lisovskyi, K., & Kyryndas, N. (2023). The main methods of load balancing on the Nginx Veb server. *. Collection of Scientific Papers «ΑΙΟΓΟΣ»*, 146-151.
- [5] *Digital Ocean*. (2021). From <https://www.pingdom.com/blog/optimizing-load-times-on-apache-veb-server-on-digital-ocean-with-solarwinds-pingdom-2/>.
- [6] Fan, Q., & Wang, Q. (2015). Performance comparison of Veb servers with different architectures: A case study using high concurrency workload. *In 2015 Third IEEE Workshop on Hot Topics in Veb Systems and Technologies*, 37-42.
- [7] Jader, O. H., Zeebaree, S. R., & Zebari, R. R. (2019). A state of art survey for Veb server performance measurement and load balancing mechanisms. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 535-543.
- [8] Kavon., A. (2020). *How To Optimize Nginx Configuration*. From Digital Ocean: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-optimize-nginx-configuration>.
- [9] Liu, X., Sha, L., Diao, Y., Froehlich, S., Hellerstein, J. L., & Parekh, S. (2003). Online response time optimization of Apache Veb server. *In Quality of Service — IWQoS 2003*, 321-326.

- 
- [10] Ma, C., & Chi, Y. (2022). Evaluation test and improvement of load balancing algorithms of Nginx. *IEEE Access*, 14311-14324.
- [11] Putro, Z. P., & Supono, R. A. (2022). Comparison analysis of Apache and Nginx Webserver load balancing on Proxmox VE in supporting server performance. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 144-151.
- [12] Jader, O. H., Zeebaree, S. R., & Zebari, R. R. (2019). A state of art survey for Web server performance measurement and load balancing mechanisms. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 535-543.
- [13] Radhakrishnan, S. (2019). *High performance Web servers: A study in concurrent programming models*. From hdl.handle.net: <http://hdl.handle.net/10012/14706>
- [14] La Lau, R. (2021). Web server Part 1: Apache/Nginx basics. In *Practical Internet Server Configuration*, 146-151. From [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6960-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6960-2_9)
- [15] Yao, Y., & Xia, J. (2016). Analysis and research on the performance optimization of Web application system in high concurrency environment. In *2016 IEEE Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, 321-326.
- [16] Kunda, D., Chihana, S., & Sinyinda, M. (2017). Web server performance of Apache and Nginx. *A systematic literature review. Computer Engineering and Intelligent Systems*, 43-52.

УДК 621.316

## УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ И ХРАНЕНИЕ В ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

**Комилов Аслиддин Гуломович**<sup>1</sup>-доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
ORCID: 0000-0002-5406-0477, E-mail: [asliddin@rambler.ru](mailto:asliddin@rambler.ru)

**Асанова Сайёра Калбай кизи**<sup>2</sup>- докторант (PhD),  
ORCID: 0009-0003-9615-728X, E-mail: [asanovasayyora@mail.ru](mailto:asanovasayyora@mail.ru)

<sup>1</sup>Национальный институт научных исследований по возобновляемым источникам энергии  
при Министерстве энергетики, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Институт Физики и техники при Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные исследования и разработки в области управления энергией и её хранения в контексте фотоэлектрических систем (PV). Основное внимание уделяется методам хранения энергии, таким как электрические и тепловые системы, и способам управления реактивной мощностью, напряжениями и частотой в сетях с высокой долей солнечной генерации. Обзор подчеркивает необходимость эффективных и экономически выгодных систем накопления энергии и интеллектуального управления спросом для полной интеграции PV систем в сеть и обеспечения её стабильности.

Методы включают анализ систем накопления энергии, исследование управления реактивной мощностью и частотой, использование машинного обучения для прогнозирования мощности и оптимизации управления энергосистемами, а также моделирование в MATLAB/Simulink. Материалы состоят из данных о погодных условиях, результатов экспериментов на солнечных PV электростанциях и технической литературы по управлению энергией и её хранением.

Результаты включают анализ подходов к хранению энергии, разработку стратегий активного управления мощностью (APC) для стабилизации частоты в сетях с PV генерацией, методы прогнозирования мощности на основе машинного обучения, оценку систем хранения и управления для улучшения интеграции PV систем, а также демонстрацию улучшения прогнозирования и оптимизации работы энергосистем благодаря интеллектуальным методам управления.

Управление энергией и её хранение являются ключевыми для успешной интеграции фотоэлектрических систем в энергосети. Развитие эффективных систем накопления энергии и интеллектуальных методов управления позволяет сглаживать переменчивость солнечной генерации и обеспечивать стабильность сети.

**Ключевые слова:** фотоэлектрические системы (PV), машинное обучение, стабильность сети, реактивная мощность, хранение энергии, прогнозирование мощности.

UDC 621.316

## ENERGY MANAGEMENT AND STORAGE IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS: A REVIEW OF CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENTS

**Komilov, Asliddin Gulomovich**<sup>1</sup> - Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher  
**Asanova, Sayyora Kalbay kizi**<sup>2</sup> - doctoral student (PhD)

<sup>1</sup>National Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy,  
Tashkent city, Uzbekistan

<sup>2</sup>Institute of Physics and Technology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Tashkent city, Uzbekistan

**Abstract.** *The article reviews current research and developments in the field of energy management and storage in the context of photovoltaic (PV) systems. The focus is on energy storage methods, such as electrical and thermal systems, and methods for managing reactive power, voltage, and frequency in networks with a high share of solar generation. The review emphasizes the need for efficient and cost-effective energy storage systems and intelligent demand management for the full integration of PV systems into the grid and ensuring its stability.*

*The methods include the analysis of energy storage systems, investigation of reactive power and frequency management, use of machine learning for power prediction and optimization of energy system management, as well as modeling in MATLAB/Simulink. The materials consist of weather condition data, experimental results from solar PV power plants, and technical literature on energy management and storage.*

*The results include an analysis of approaches to energy storage, the development of active power control (APC) strategies for frequency stabilization in networks with PV generation, machine learning-based power prediction methods, an assessment of storage and management systems for improving PV system integration, and a demonstration of improved power system prediction and optimization through intelligent management methods.*

*Energy management and storage are key to the successful integration of photovoltaic systems into power grids. The development of efficient energy storage systems and intelligent management methods helps to smooth the variability of solar generation and ensure grid stability.*

**Keywords:** *photovoltaic systems (PV), machine learning, grid stability, reactive power, energy storage, power prediction.*

UO‘K 621.316

## **FOTOELEKTRIK TIZIMLARDA ENERGIYANI BOSHQARISH VA SAQLASH: ZAMONAVIY TADQIQOTLAR VA ISHLANMALAR SHARHI**

**Komilov Asliddin G‘ulomovich<sup>1</sup>** – texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim  
**Asanova Sayyora Kalbay qizi<sup>2</sup>** — doktorant (PhD)

<sup>1</sup>Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent sh., O‘zbekiston

<sup>2</sup>O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Fizika-texnika instituti, Toshkent sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** *Ushbu maqolada fotoelektrik (PV) tizimlar kontekstida energiyani boshqarish va saqlash sohasidagi zamonaviy tadqiqotlar va ishlanmalar ko‘rib chiqiladi. Diqqat markazida elektr va issiqlik tizimlari kabi energiyani saqlash usullari va yuqori ulushdagi quyosh energiyasi ishlab chiqarish bilan tarmoqlarda reaktiv quvvat, kuchlanish va chastotani boshqarish usullari mavjud. Sharhda PV tizimlarini tarmoqqa to‘liq integratsiya qilish va uning barqarorligini ta‘minlash uchun samarali va iqtisodiy jihatdan foydali energiya saqlash tizimlari va aqlli talabni boshqarishning zarurligini ta‘kidlanadi.*

*Usullar energiyani saqlash tizimlarini tahlil qilish, reaktiv quvvat va chastotani boshqarishni o‘rganish, quvvatni prognozlash va energiya tizimlarini boshqarishni optimallashtirish uchun mashinani o‘rganishdan foydalanish, shuningdek, MATLAB/Simulinkda modellashtirishni o‘z ichiga oladi. Materiallar ob-havo sharoitlari haqidagi ma‘lumotlar, quyosh PV elektr stansiyalaridagi tajriba natijalari va energiyani boshqarish va saqlash bo‘yicha texnik adabiyotlardan iborat.*

*Natijalar energiyani saqlash yondashuvlarini tahlil qilish, PV generatsiyali tarmoqlarda chastotani barqarorlashtirish uchun aktiv quvvatni boshqarish (APC) strategiyalarini ishlab chiqish, mashinani o‘rganishga asoslangan quvvatni prognozlash usullari, PV tizimlarini integratsiyalashuvini yaxshilash uchun saqlash va boshqarish tizimlarini baholashni, shuningdek,*



*aqlli boshqaruv usullari orqali energiya tizimlarini prognozlash va optimallashtirishni yaxshilashni o'z ichiga oladi.*

*Energiya boshqaruvi va saqlash fotoelektrik tizimlarni energiya tarmoqlariga muvaffaqiyatli integratsiyalash uchun kalit hisoblanadi. Samarali energiya saqlash tizimlari va aqlli boshqaruv usullarini rivojlantirish quyosh generatsiyasi o'zgaruvchanligini yumshatish va tarmoq barqarorligini ta'minlashga yordam beradi.*

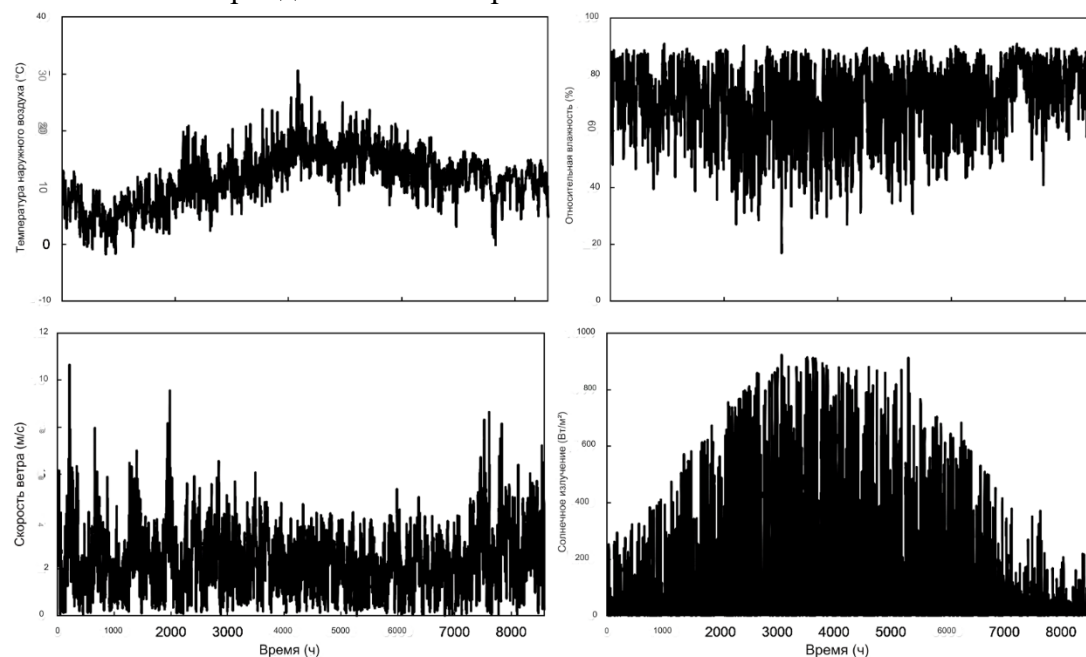
**Kalit so'zlar:** *fotoelektrik tizimlar (PV), mashinani o'rganish, tarmoq barqarorligi, reaktiv quvvat, energiyani saqlash, quvvatni prognozlash.*

## Введение

В современной энергетике управление энергией и ее хранение играют ключевую роль в эффективном использовании возобновляемых источников энергии, таких как фотоэлектрические системы. С ростом доли солнечной энергии в общем энергобалансе, управление избыточной энергией, производимой в периоды пиковой генерации, становится все более важным. Для решения этой задачи используются различные системы хранения энергии, а также интеллектуальные методы управления спросом и частотой.

В данном обзоре мы рассмотрим передовые исследования и разработки в области управления энергией и хранения в контексте фотоэлектрических систем. Мы обсудим различные подходы к хранению энергии, включая электрические и тепловые системы, а также рассмотрим методы управления реактивной мощностью, напряжениями и частотой в сетях с высокой долей солнечной генерации. Особое внимание будет уделено использованию машинного обучения для прогнозирования мощности и оптимизации управления энергосистемами.

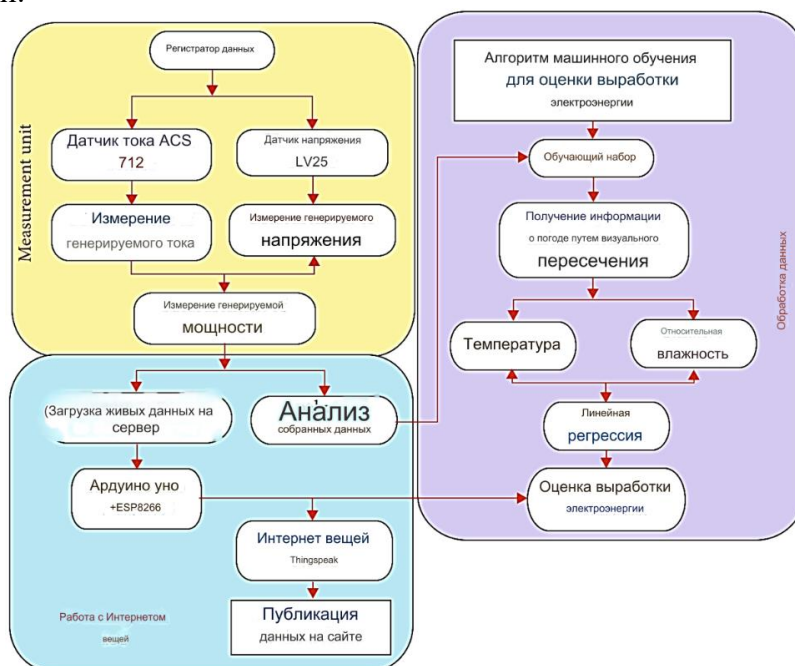
**Управление энергией и хранение** является неотъемлемой частью использования ВИЭ включающее решения для хранения избыточной энергии, производимой возобновляемыми источниками, и управления распределением этой энергии по сети. Эффективное управление энергией и ее хранение являются ключевыми факторами для максимального использования возобновляемых источников энергии, сглаживания их переменчивости и обеспечения стабильности сети в периоды пикового спроса.



**Рис. 1. Погодные данные Кардиффа, Уэльс, Великобритания [1].**

Для полной интеграции фотоэлектрических (PV) систем в сети в статье подчеркивается необходимость в эффективных и экономически выгодных системах накопления энергии в сочетании с интеллектуальным управлением спросом [1]. По мере того, как глобальный рост рынка солнечных PV-систем превышает 76 ГВт, увеличение потребления энергии, генерируемой PV-системами на месте, становится критически важным для поддержания стабильности сети. Этот обзор предоставил детальный анализ всех систем накопления энергии, которые могут быть интегрированы с PV-системами, включая системы накопления электрической и тепловой энергии. В статье обсуждается интеграция накопления энергии PV в умных зданиях и определяется роль накопления энергии для PV в контексте будущих разработок. Рис.1 представляет графическое изображение или график погодных данных, зарегистрированных в Кардиффе, Уэльс, Великобритания, за указанный период с 1 января 2015 года по 31 декабря 2015 года. Он включает точки данных или временной ряд, иллюстрирующий изменения погодных условий в течение года.

В статье [2] обсуждаются проблемы и решения для интеграции сетевых фотоэлектрических систем (GCPVS) в энергосеть с акцентом на стабильность частоты. Предлагается стратегия управления GCPVS с активным управлением мощностью (APC) для поддержки стабильности сети и частоты, что позволяет PV электростанциям вести себя аналогично традиционным электростанциям в условиях возмущений. В исследовании смоделирована крупномасштабная PV электростанция (PVPP), подключенная к коммунальной сети на уровне MV в MATLAB/Simulink, и проанализирован её динамический отклик на различные возмущения частоты. Разработанное управление эффективно снижало выходную активную мощность для стабилизации частоты в нормальном диапазоне, демонстрируя потенциал крупномасштабных PVPP, оснащённых возможностями APC, вносить вклад в стабильность сети.



**Рис. 2. Методология прогнозирования мощности на основе машинного обучения в SAPV сетях [2]**

Рис.2 иллюстрирует предложенную методологию прогнозирования мощности на основе машинного обучения в автономных фотоэлектрических (SAPV) сетях. Она включает блок-схему или схематическое представление, детализирующее этапы процесса прогнозирования мощности, включая сбор данных, обучение модели, валидацию и развертывание. А также, предоставляет обзор подхода, используемого для прогнозирования мощности, специально адаптированного для SAPV сетей, возможно, с использованием методов машинного обучения для повышения точности и эффективности.

В статье [3] представлена распределенная стратегия управления напряжением, разработанная для поддержания качества напряжения в сетях с высокой долей фотоэлектрических (PV) систем. В ней детализирована реализация управления мерцанием (Flicker Control, FC), локального управления напряжением (Local Voltage Control, LVC) и координированного управления напряжением (Co-ordinated Voltage Control, CVC) с использованием инверторов PV. Эта стратегия успешно снизила колебания напряжения, повысила его качество и уменьшила потери в сети, продемонстрировав свою эффективность в смоделированной распределительной сети на 33 узла. Этот подход предложил масштабируемое и надежное решение для поддержания стандартов напряжения в распределительных сетях с высоким проникновением PV, предлагая ценный метод для управления вызовами, связанными с увеличением интеграции возобновляемых источников энергии.

В работе [4] изучались передовые стратегии управления частотой для крупномасштабных сетевых фотоэлектрических (PV) систем, с акцентом на разработку и реализацию активного управления мощностью (APC). APC был нацелен на повышение стабильности частоты сети, позволяя PV электростанциям работать аналогично традиционным электростанциям во время возмущений в сети. Через моделирование исследование продемонстрировало способность APC поддерживать стабильный диапазон частот и улучшать эффективность сетевых PV систем. Метод управления корректировал выходную мощность PV на основе отклонений частоты, что доказало свою эффективность в преодолении частотных возмущений и поддержке восстановления сети. Этот подход предлагает перспективный путь для интеграции крупномасштабных PV систем в существующие энергосети, способствуя общей стабильности сети. Рис.3 передает суть исследования, иллюстрируя сетевую фотоэлектрическую систему, которая является центральной темой изучения передовых стратегий управления частотой.

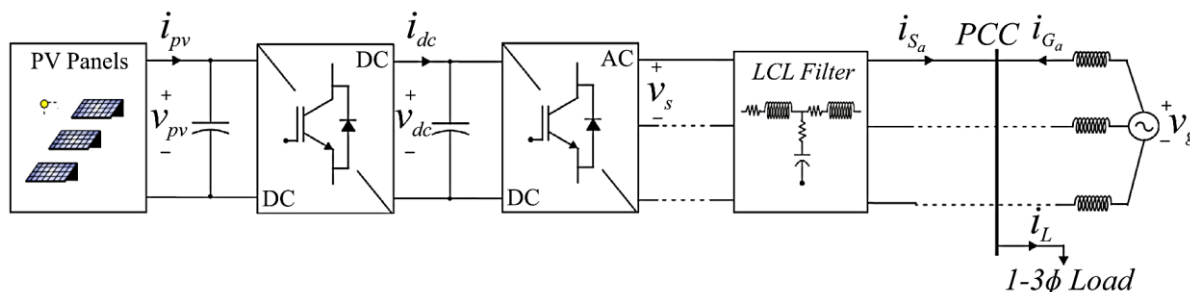
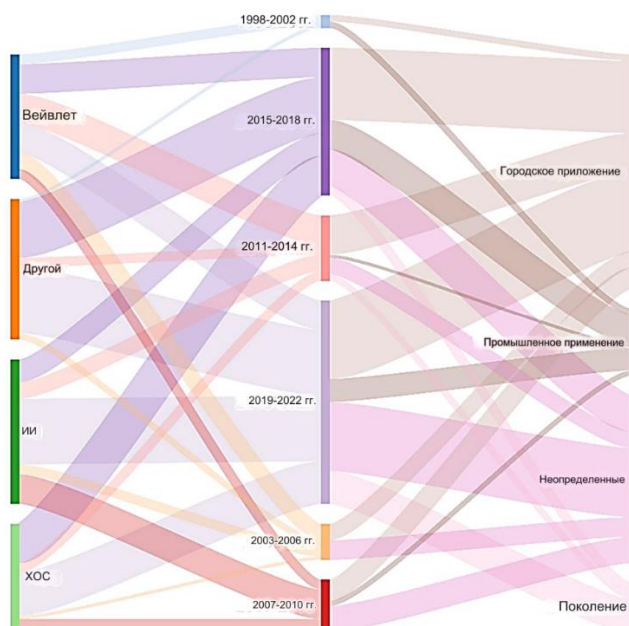


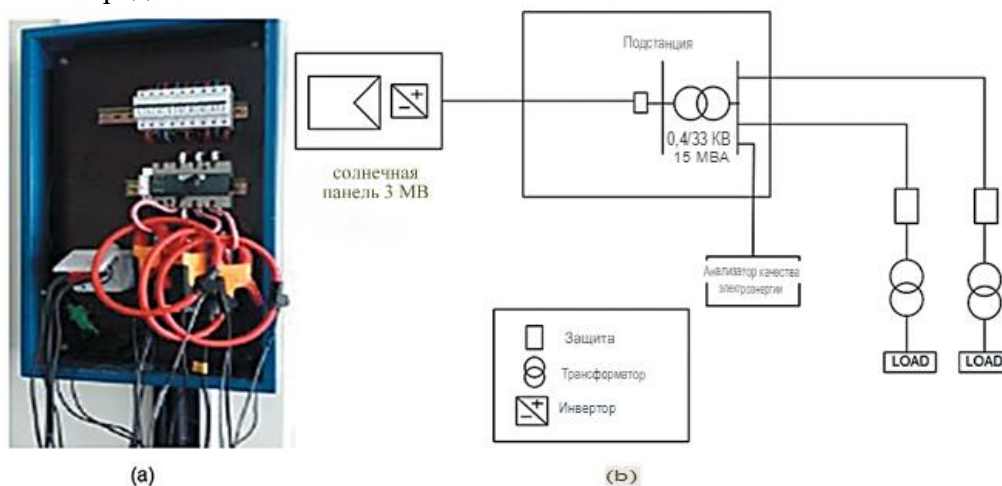
Рис. 3. Сетевая фотоэлектрическая система [4]

В статье [5] авторы представили методологию управления реактивной мощностью с индексом в одной точке (SPRPC) для смягчения подъема напряжения в сетях с высоким проникновением PV. Выбирая наилучшую точку управления через анализ короткого замыкания, SPRPC предложил экономически эффективное, простое и эффективное решение без необходимости модернизации существующих PV инверторов. Эффективность метода была продемонстрирована в модифицированной сети IEEE на 69 узлов, предлагая многообещающий подход для управления проблемами подъема напряжения в жилых сетях с высокой интеграцией возобновляемых источников. Рис.4 иллюстрирует взаимосвязь между используемым методом, годом публикации и средой, на которую он ориентирован, что является центральным аспектом введения методологии управления реактивной мощностью с индексом в одной точке.



**Рис. 4. Параллельный набор, который связывает используемый метод с годом публикации статьи и средой, на которую он ориентирован [5]**

В работе [6] предложена децентрализованная схема управления для управления активной и реактивной мощностью в сетевых AC-стековых фотоэлектрических (PV) инверторных системах, использующая фазовую компенсацию одного элемента для управления реактивной мощностью. Этот инновационный подход является важным для следующего поколения умных PV инверторных систем в сетях с высоким проникновением PV. Децентрализованная схема повышает надежность системы и потенциально снижает затраты за счет минимизации требований к коммуникациям. Метод относительного прироста (Relative Gain Array) был использован для оценки осуществимости децентрализованной схемы управления, при этом детальное моделирование и анализ продемонстрировали её эффективность. Децентрализованный контроллер позволяет использовать более высокие частоты переключения, уменьшая размеры пассивных компонентов и обеспечивая управление системой с минимальными коммуникациями. На рис.5 отражена предложенная децентрализованная схема управления для управления активной и реактивной мощностью в сетевых AC-стековых фотоэлектрических инверторных системах, иллюстрируя экспериментальную установку и точку измерения, которые являются ключевыми для оценки эффективности предложенной схемы.



**Рис. 5. Экспериментальная установка и точка измерения [6]**



В статье [7] авторы предложили систематический обзор анализа качества электроэнергии в PV системах, охватывающий 153 статьи, опубликованные за последние два десятилетия. Обзор подчеркнул недостаток статистики высшего порядка в измерительном оборудовании и продолжение использования традиционных инструментов. Он подтвердил сложность современных электрических сетей из-за подключения распределенных источников энергии и нелинейных нагрузок, что приводит к новым и сложным электрическим возмущениям. Обзор отметил необходимость в передовых методах анализа, таких как искусственный интеллект и статистика высшего порядка, для улучшения изучения гибридных событий и повышения качества электроэнергии. Рис.6 представляет фундаментальную установку сетевой фотоэлектрической системы, которая является центральной темой статьи, обсуждающей анализ качества электроэнергии в PV системах.

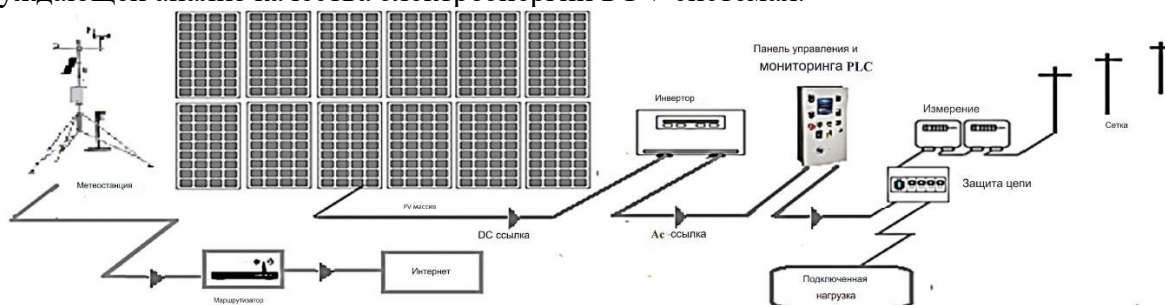


Рис. 6. Схематическая диаграмма сетевой фотоэлектрической системы [7]

В статье [8] рассмотрены проблемы качества электроэнергии, возникающие при интеграции большого числа фотоэлектрических (PV) систем в распределительные сети, в частности, влияние гармонических искажений на стабильность сети. Измерения на наземной солнечной PV электростанции мощностью 3 МВт показали, что хотя искажения напряжения остаются в пределах стандартных лимитов, увеличение гармонических искажений может превышать пороговые значения при определенных условиях. Исследование подчеркнуло важность детального анализа гармоник и стратегий их смягчения для обеспечения безопасной и надежной работы современных распределительных систем с высоким проникновением PV. Рис.7 предоставляет обзор диапазонов вариаций частоты в различных странах, демонстрирующее отношение к вопросам качества электроэнергии, обсуждаемым в статье, касающейся интеграции фотоэлектрических систем в распределительные сети.

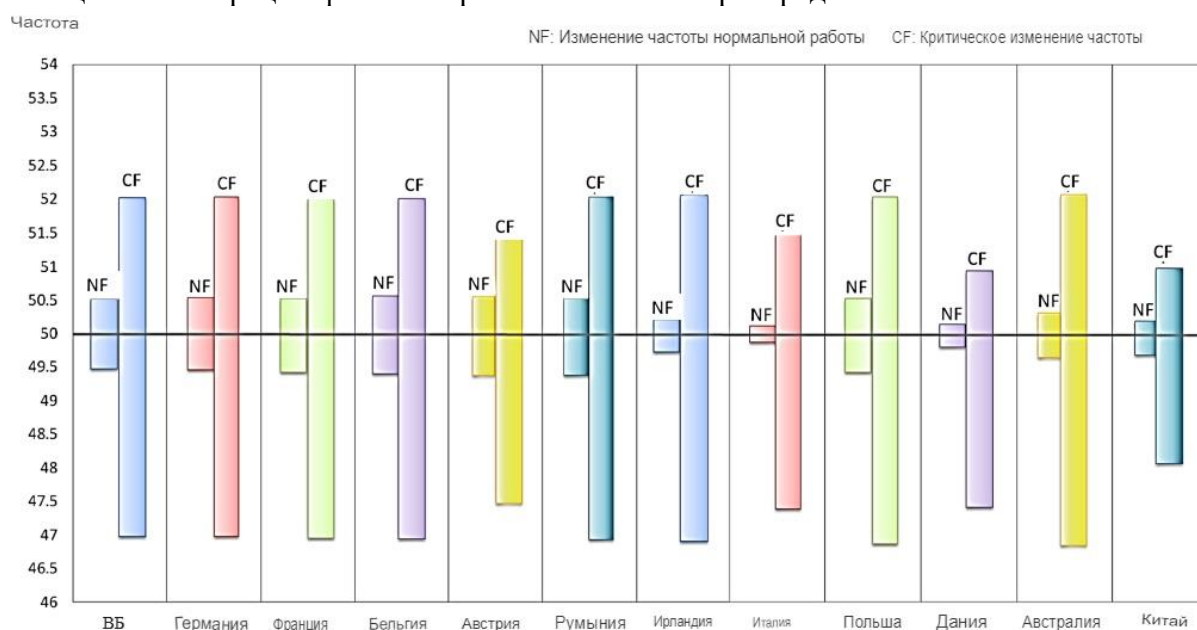


Рис. 7. Сравнение диапазона вариаций частоты нормальной работы и диапазона критических вариаций частоты в разных странах [1,10,11,13,15,17–26]. [8]



В обзоре [9] рассматриваются возмущения качества электроэнергии, вызванные сетевыми фотоэлектрическими (PV) системами, и предложены методы смягчения гармонических искажений для управления текущим общим гармоническим искажением (THD). В рамках исследования была проведена тематическая работа на 5.5 кВт PV системе на крыше в Египте, демонстрирующая эффективность различных методов смягчения, включая LCL фильтры, активные фильтры мощности и гибридные решения. Исследование завершилось рекомендациями для будущих работ по снижению как искажений напряжения, так и тока, подчеркивая важность передового управления качеством электроэнергии при интеграции PV систем в энергосеть. Рис.8 отражает различные методы сглаживания для управления возмущениями качества электроэнергии, вызванными сетевыми фотоэлектрическими системами которые были изучены в статье.

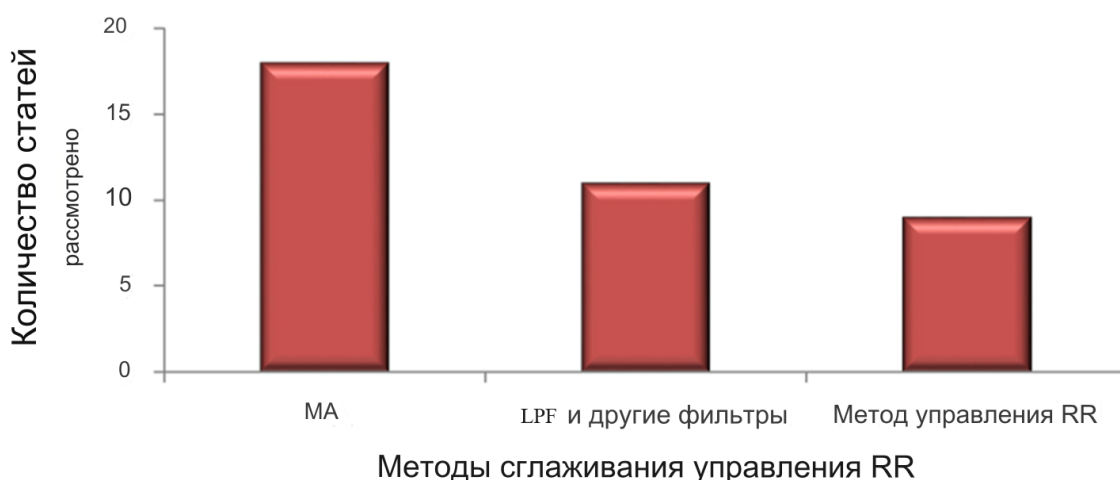


Рис. 8. Обзор статей на основе различных методов сглаживания [9]

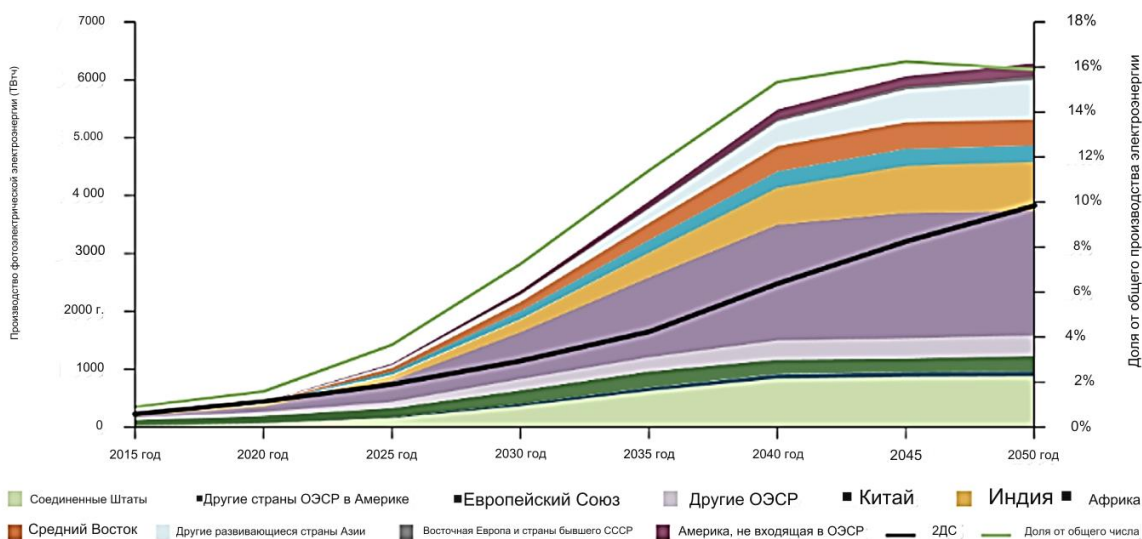
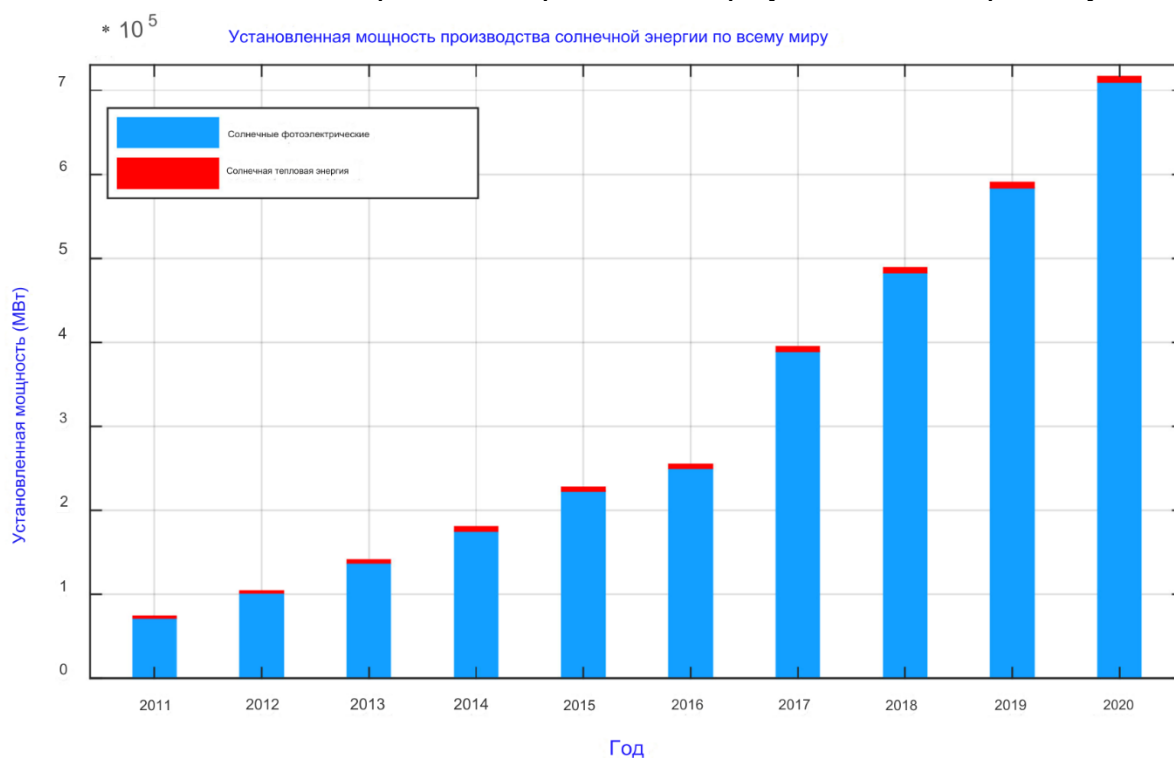


Рис. 9. Тенденции глобальной генерации энергии солнечных фотоэлектрических систем и их доля в общей генерации электроэнергии [10]

В статье [10] проведено всестороннее изучение сетевых кодексов различных стран, с акцентом на технические требования к интеграции систем электрического хранения энергии (EES) в сеть. Была проанализирована роль технологий EES в выполнении сетевых кодексов, особенно в части регулирования напряжения и частоты. Исследование подчеркнуло потенциал EES для поддержки работы сети, как непосредственно, предоставляющей сетевые услуги, так

и в качестве вспомогательных устройств в возобновляемой генерации. Даны рекомендации по развитию технологий EES для повышения соответствия сетевым кодексам и поддержки соответствующих приложений, подчеркивая важность EES в переходе к более устойчивым и устойчивым энергетическим системам. Рис.9 предоставляет важную информацию о глобальных тенденциях в генерации энергии солнечных фотоэлектрических систем и их доле в общей генерации электроэнергии.

В этой статье [11] были рассмотрены различные методы сглаживания скорости нарастания для солнечных фотоэлектрических (PV) систем, разделив их на методы на основе скользящего среднего и экспоненциального сглаживания, методы на основе фильтров и алгоритмы на основе скорости нарастания. В ней подробно описывается применение скользящего среднего и фильтров низких частот, широко выбранных исследователями для управления скоростью нарастания PV. В ходе исследования было обнаружено, что эти методы могут привести к увеличению деградации и размера энергосистемы и уменьшить ее срок службы. Был сделан вывод, что алгоритмы на основе скорости нарастания более предпочтительны, и предложены улучшения этих алгоритмов, применение двойной энергосистемы для крупных PV установок и регулирование управления скоростью нарастания PV для снижения емкости и деградации энергосистемы при увеличении ее срока службы.



**Рис.10. Тенденция роста фотоэлектрической (PV) энергии в период с 2010 по 2020 гг. [11]**

Рис.10 представляет важную информацию о тенденции роста фотоэлектрической энергии в течение определенного периода, что имеет непосредственное отношение к теме статьи, обсуждающей методы сглаживания скорости нарастания мощности для солнечных фотоэлектрических систем.

### Заключение

Управление энергией и хранение являются неотъемлемыми компонентами успешной интеграции фотоэлектрических систем в современную энергетическую инфраструктуру. Развитие эффективных и экономически выгодных систем хранения энергии, а также интеллектуальных методов управления спросом и частотой, позволяет максимально

использовать потенциал солнечной энергии, сглаживать ее переменчивость и обеспечивать стабильность сети.

Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут направлены на повышение эффективности и надежности систем хранения энергии, оптимизацию алгоритмов управления и прогнозирования, а также на создание новых технологий, способствующих более широкому внедрению возобновляемых источников энергии в энергетическую систему.

### Литература

- [1] M. W. Ahmad, M. Mourshed, and Y. Rezugui, 'Tree-based ensemble methods for predicting PV power generation and their comparison with support vector regression', *Energy*, vol. 164, pp. 465–474, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.08.207.
- [2] A. Patel *et al.*, 'A Practical Approach for Predicting Power in a Small-Scale Off-Grid Photovoltaic System using Machine Learning Algorithms', *International Journal of Photoenergy*, vol. 2022, pp. 1–21, Feb. 2022, doi: 10.1155/2022/9194537.
- [3] H. Jafarian, R. Cox, J. H. Enslin, S. Bhowmik, and B. Parkhideh, 'Decentralized Active and Reactive Power Control for an AC-Stacked PV Inverter With Single Member Phase Compensation', *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 54, no. 1, pp. 345–355, Jan. 2018, doi: 10.1109/TIA.2017.2761831.
- [4] H. A. Pereira, G. L. E. da Mata, L. S. Xavier, and A. F. Cupertino, 'Flexible harmonic current compensation strategy applied in single and three-phase photovoltaic inverters', *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 104, pp. 358–369, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.ijepes.2018.07.017.
- [5] P. Remigio-Carmona *et al.*, 'Current Status and Future Trends of Power Quality Analysis', *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 7, p. 2328, Mar. 2022, doi: 10.3390/en15072328.
- [6] H. A. Khan, M. Zuhaib, and M. Rihan, 'Analysis of varying PV penetration level on harmonic content of active distribution system with a utility scale grid integrated solar farm', *Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 19, no. 3, pp. 283–293, Jul. 2022, doi: 10.1080/1448837X.2022.2025656.
- [7] W. A. A. Salem, W. Gabr Ibrahim, A. M. Abdelsadek, and A. A. Nafeh, 'Grid connected photovoltaic system impression on power quality of low voltage distribution system', *Cogent Eng*, vol. 9, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1080/23311916.2022.2044576.
- [8] X. Luo *et al.*, 'Review of Voltage and Frequency Grid Code Specifications for Electrical Energy Storage Applications', *Energies (Basel)*, vol. 11, no. 5, p. 1070, Apr. 2018, doi: 10.3390/en11051070.
- [9] S. Sukumar, M. Marsadek, K. R. Agileswari, and H. Mokhlis, 'Ramp-rate control smoothing methods to control output power fluctuations from solar photovoltaic (PV) sources—A review', *J Energy Storage*, vol. 20, pp. 218–229, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.est.2018.09.013.
- [10] H. Akbari *et al.*, 'Efficient energy storage technologies for photovoltaic systems', *Solar Energy*, vol. 192, pp. 144–168, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.solener.2018.03.052.
- [11] A. Q. Al-Shetwi *et al.*, 'Active Power Control to Mitigate Frequency Deviations in Large-Scale Grid-Connected PV System Using Grid-Forming Single-Stage Inverters', *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 6, p. 2035, Mar. 2022, doi: 10.3390/en15062035.

UO‘K 621.311

## QUYOSH FOTOPANELLARINING SAMARADORLIGIGA TA’SIR QILUVCHI OMILLARNI TADQIQ QILISH

**Safarov Alisher Bekmurodovich** — doktorant (DSc), ORCID: 0000-0003-1164-9027,

E-mail: [a-safarov91@mail.ru](mailto:a-safarov91@mail.ru)

**Raxmatov Obid Ibod o‘g‘li** – assistent, ORCID: 0009-0008-2886-6822,

E-mail: [raxmatov\\_obid@mail.ru](mailto:raxmatov_obid@mail.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Energetika xavfsizligi va ekologik muammolarni barqarorlashtirishda quyosh fotoelektr qurilmalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Kontinental o‘zgaruvchan iqlim sharoitlarida quyosh fotoelektr qurilmalarning samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillarni ilmiy asoslashga alohida e’tibor berilmoqda. O‘zbekiston iqlim sharoitlarida quyosh fotoelektr qurilmalaridan foydalanish imkoniyatlarini baholash va ularning samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy-texnik masalalardan hisoblanadi.

Quyosh fotoelektr qurilmalari samaradorligining quyosh radiatsiyasi, tashqi harorat, shamol tezligi va quyosh panellari sirtining changlanganlik miqdoriga bog‘liqlik matematik modellari keltirilgan. Modellash Matlab/Simulink tizimida amalga oshirilgan.

Tashqi harorat 25 °C va quyosh radiatsiyasi 1000 W/m<sup>2</sup> bo‘lganda fotopanelning quvvati maksimal 200 W ga, agar harorat 75 °C bo‘lganda taxminan chiqish quvvati 110 W ga teng bo‘lishi o‘rganilgan. O‘tkazilgan tajribalar quyosh fotopanelari sirtining changlanganlik miqdori taxminan 0,1 gr/m<sup>2</sup> bo‘lganda qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti maksimal 16 %, agar 80 gr/m<sup>2</sup> bo‘lganda qurilmaning samaradorligi 4% gacha pasayishini ko‘rsatdi. Shamol tezligi juda kichik bo‘lganda quyosh fotopanelarining harorati 72 °C, shamol tezligi 25 m/s bo‘lganda harorat pasayishi 48 °C bo‘lishi aniqlangan.

O‘zgaruvchan iqlim sharoitlarida quyosh panellari sirtini changdan tozalash va qizishdan saqlash orqali quyosh fotoelektrik qurilmalarning energiya samaradorligini 20...30% gacha oshirish imkoniga ega bo‘lishi asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** quyosh fotoelektr qurilmasi, quyosh radiatsiyasi, harorat, shamol tezligi, chang miqdori, samaradorlik.

УДК 621.311

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОПАНЕЛЕЙ

**Сафаров Алишер Бекмуродович** – докторант (DSc)

**Рахматов Обид Ибод угли** – ассистент

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** Использование солнечных фотоэлектрических устройств приобретает все большее значение в стабилизации энергетической безопасности и решении экологических проблем. Особое внимание уделено научному обоснованию факторов, влияющих на эффективность солнечных фотоэлектрических устройств в условиях континентального изменяющегося климата. Оценка возможностей использования солнечных фотоэлектрических устройств в климатических условиях Узбекистана и повышение их эффективности является одной из наиболее актуальных научно-технических задач.

*Представлены математические модели зависимости эффективности солнечных фотоэлектрических устройств от солнечной радиации, внешней температуры, скорости ветра и количества пыли на поверхности солнечных панелей. Моделирование выполняется в системе Matlab/Simulink.*

*Изучено, что мощность фотопанели составляет максимум 200 Вт при температуре наружного воздуха 25 °С и солнечной радиации 1000 Вт/м<sup>2</sup>, а при температуре 75 °С выходная мощность примерно равна 110 Вт. При количестве пыли на поверхности солнечных фотопанелей около 0,1 г/м<sup>2</sup> эффективность устройства составляет максимум 16%, а при 80 г/м<sup>2</sup> эффективность устройства снижается до 4%. Установлено, что температура солнечных фотопанелей составляет 72 °С при очень низкой скорости ветра, а перепад температуры составляет 48 °С при скорости ветра 25 м/с.*

*Он основан на том, что повысить энергоэффективность солнечных фотоэлектрических устройств можно на 20-30% за счет очистки поверхности солнечных панелей от пыли и сохранения их тепла в меняющихся климатических условиях.*

**Ключевые слова:** солнечная фотоэлектрическая установка, солнечная радиация, температура, скорость ветра, запыленность, эффективность.

UDC 621.311

## RESEARCH ON FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF SOLAR PHOTOPANELS

**Safarov, Alisher Bekmurodovich** - Doctoral student (DSc)  
**Rakhmatov, Obid Ibod ugli** - Assistant

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The use of solar photovoltaic devices is becoming increasingly important in stabilizing energy security and solving environmental problems. Particular attention is paid to the scientific substantiation of factors affecting the efficiency of solar photovoltaic devices in a continental changing climate. Assessing the possibilities of using solar photovoltaic devices in the climatic conditions of Uzbekistan and increasing their efficiency is one of the most pressing scientific and technical tasks.*

*Mathematical models of the dependence of the efficiency of solar photovoltaic devices on solar radiation, external temperature, wind speed and the amount of dust on the surface of solar panels are presented. The simulation is performed in Matlab/Simulink.*

*It has been studied that the power of a photopanel is a maximum of 200 W at an outside temperature of 25 °C and solar radiation of 1000 W/m<sup>2</sup>, and at a temperature of 75 °C the output power is approximately 110 W. When the amount of dust on the surface of solar photo panels is about 0.1 g/m<sup>2</sup>, the device efficiency is a maximum of 16%, and at 80 g/m<sup>2</sup> the device efficiency decreases to 4%. It was found that the temperature of solar photovoltaic panels is 72 °C at a very low wind speed, and the temperature difference is 48 °C at a wind speed of 25 m/s.*

*It is based on the fact that the energy efficiency of solar photovoltaic devices can be increased by 20-30% by cleaning the surface of solar panels from dust and preserving their heat in changing climatic conditions.*

**Keywords:** solar photovoltaic installation, solar radiation, temperature, wind speed, dust content, efficiency.

### Kirish

Jahonda energetika tizimida quyosh energiyasidan xususan, quyosh fotoelektrik batareyalardan foydalanish rivojlanib bormoqda. Dunyo miqyosida elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyoj yil sayin



oshib borayotganligini ko‘rish mumkin. Agar oxirgi besh yillikni oladigan bo‘lsak, dunyo bo‘yicha har yili elektr energiyaga bo‘lgan ehtiyoj yildan yilga oshib bormoqda. Bu esa muqobil energiya turlarini ko‘paytirish va rivojlantirishni taqozo etadi. Xalqaro energetika agentligi ma‘lumotlariga e‘tibor qaratsak, agar Quyosh energiyasidan foydalanish shunday sur‘atlarda rivojlanib borsa, 2050-yilga kelib, dunyoning elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojining 25% ini quyosh energiyasi hisobiga qondirish mumkin bo‘ladi va yiliga atrof-muhitga chiqariladigan karbonat angidrid gazini 6 milliard tonnaga kamaytirishga erishiladi [1, 2, 3].

Jahonda quyosh fotoelektrik batareyalaridan elektr energiyasini ishlab chiqarish 2022-yilda rekord darajada 270 TW/h ga, ya‘ni o‘tgan yilga nisbatan 26 foizga oshib, deyarli 1300 TW/h ga yetdi. Bu 2022-yilda barcha qayta tiklanadigan energiya manbalari texnologiyalari xususan, tarixda birinchi marta shamol energiyasidan foydalanishni ortda qoldirdi. Quyosh fotoelektrik batareyalarning iqtisodiy jozibadorligining uzluksiz o‘shishi, ta‘minot zanjirining ommaviy rivojlanishi va siyosatni qo‘llab-quvvatlashning kuchayishi, ayniqsa Xitoy, AQSh, Yevropa Ittifoqi va Hindistonda kelgusi yillarda quvvat o‘shishini yanada tezlashtirishi kutilmoqda. Olimlarning kelajakdagi bashoratlarida 2027-yilga kelib, quyosh fotoelektrik batareyalar quvvati deyarli uch baravar ko‘payishi, bu davr mobaynida taxminan o‘rnatilgan quvvati 1500 GWga o‘shishi, 2026-yilga kelib tabiiy gazdan va 2027-yilga kelib ko‘mirdan foydalanishga nisbatan oshishi ta‘kidlangan [4].

Yangi O‘zbekistonning 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Taraqqiyot strategiyasida yurtimizda “yashil” energetikani rivojlantirishga alohida e‘tibor berilmoqda. Jumladan, 2023-yil oxiriga qadar umumiy quvvati 4 300 MW bo‘lgan qayta tiklanuvchi energiya manbalari ishga tushiriladi. Bunda 2 100 MW yirik quyosh va shamol elektr stansiyalari; 1 200 MW ijtimoiy soha, xo‘jalik bino va inshootlari hamda xonadonlarda o‘rnatiladigan quyosh panellari; 550 MW tadbirkorlar tomonidan kichik fotoelektr stansiyalari [5] barpo etiladi.

Quyosh fotopanellarining samaradorligi – ushbu qurilmalar yordamida ishlab chiqarilgan elektr energiyasining umumiy miqdori (masalan, yiliga kWh) ushbu panellar sirtiga tushadigan yig‘indi quyosh radiatsiyasiga (bir xil birlikda, ya‘ni kVt/yil) nisbatiga teng bo‘ladi. Bu quyida tavsiflangan bir qancha atrof-muhit omillariga ( quyosh nurlanishi, havo harorati, shamol tezligi, nisbiy namlik va havo bosimi) va quyosh modulining xususiyatlariga (modul quvvati, modul harorati) bog‘liq.

**Quyosh nurlanishi ( $W/m^2$ ):** ma‘lum vaqt oralig‘ida birlik yuzaga tushadigan quyosh energiyasining miqdori. Quyosh fotopanellar ishlab chiqaradigan elektr energiyasining miqdori quyosh nurlanishiga bog‘liq bo‘lib, quyosh nurlanishining yuqori ko‘rsatkichlarida ushbu qurilmalarda elektr energiyasini ishlab chiqarish oshishiga olib keladi.

**Havo harorati ( $^{\circ}C$ ):** atrofdagi havoning isiganlik darajasini belgilaydi. Harorat fotopanellarning samaradorligiga ta‘sir qiladi, chunki ularning ishlashi harorat o‘zgarishiga sezgirdir. Quyosh modullarida harorat oshishi ularning energiya samaradorligini pasayishiga olib keladi.

**Shamol tezligi (m/s):** shamol oqimi havo molekulalarining ma‘lum bir yo‘nalishda harakatlanish tezligini bildiradi. Shamol tezligi fotopanellardan konvektiv issiqlik uzatishga va ularning ish haroratiga ta‘sir qiladi. Yuqori shamol tezligi issiqlik tarqalishini kuchaytirishi mumkin, bu esa quyosh fotopanellari haroratining pasayishiga va tizim ish faoliyatini yaxshilashiga olib keladi. Issiq iqlim sharoitida quyosh fotopanellaridan yuqori samaradorlikni olish uchun uni yerdan yoki tomdan bir necha santimetr balandlikda o‘rnatish, doimiy havo oqimini (shamoldan) ta‘minlash va fotopanellarning qizib ketishini oldini olish talab qilinadi.

**Nisbiy namlik (%):** nisbiy namlik havoda mavjud bo‘lgan namlik miqdorini ma‘lum bir haroratda maksimal quvvatiga nisbatan ifodalaydi. Nisbiy namlik quyosh fotopanellari tizimlarning elektr energiyasini ishlab chiqarishga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta‘sir qilmasa ham, u chang va boshqa zarrachalarning ifloslanishiga yoki fotopanel yuzalarida to‘planishiga ta‘sir qilishi mumkin. Yuqori namlik darajasi loyqa suvlarning ko‘payishiga yordam beradi, bu esa tizimning umumiy samaradorligini pasaytiradi.

**Havo bosimi (Pa):** havo bosimi atmosferaning birlik maydoniga ta‘sir qiladigan kuchni anglatadi. Havo bosimi quyosh fotopanellarining samaradorligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta‘sir qilmasa

ham, u fotopanellardagi mexanik kuchlanish va ularning strukturaviy yaxlitligiga ta'sir qilishi mumkin. Havo bosimidagi sezilarli o'zgarishlar, masalan, ekstremal ob-havo sharoitlari bilan bog'liq bo'lganda, tizimning uzoq muddatli ishonchliligi va ishlashiga ta'sir qilishi mumkin.

**Quyosh modulining quvvati (kW):** modul quvvati standart sinov sharoitida yetkazib beradigan maksimal elektr quvvatini ifodalaydi. Odatda vatt (W) yoki kilovatt (kW) da ifodalanadi va modulning quvvati yoki nominalini bildiradi.

**Quyosh modulining harorati (°C):** modul harorati quyosh fotopanellarining ish paytidagi haroratini bildiradi. Bunga quyosh nurlanishi, atrof-muhit harorati, shamol tezligi va issiqlik tarqalish mexanizmlari kabi omillar ta'sir qiladi. Modul haroratini kuzatish va nazorat qilish fotopanel tizimlarning ishlashi va samaradorligini optimallashtirish uchun juda muhimdir, chunki yuqori haroratlar elektr quvvatining pasayishiga va modulning tezlashishiga olib kelishi mumkin.

**Tadqiqotning maqsadi:** Qarshi shahri iqlim sharoitida quyosh fotopanellari samaradorligiga ta'sir qiluvchi tashqi omillarini tadqiq qilish.

### Usul va materiallar

Quyosh fotopanellarining ishonchli ishlashi asosan quyosh radiatsiyasi va tashqi havo haroratga bog'liq bo'lib, quyosh modullarida nominal harorat 25 °C bo'lganda ishlash samaradorligi eng yuqori bo'ladi. Quyosh fotopanellarining turli harorat rejimlarida ishlash samaradorligi nazariy hisoblarini keltirib o'tamiz. Quyosh fotopanellari quvvatining tashqi haroratga bog'liqligi quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi [6]:

$$P = P_{sts} + P_{T-coeff} \cdot (T_c - T_{NOCT}), \quad (1)$$

bunda  $P_{sts}$  – quyosh fotopanellari quvvati, W;  $P_{T-coeff}$  – haroratga bog'liq solishtirma quvvat koeffitsiyenti, 0,004 W/°C (200 W, -0,8 W/°C);  $T_c$  – tashqi havo harorat °C;  $T_{NOCT}$  – quyosh modulidagi nominal harorat, 25 °C.

Quyosh fotopanellari foydali ish koeffitsiyentining tashqi haroratga bog'liqligi quyidagi matematik ifoda orqali aniqlanadi [7, 8]:

$$\eta = \eta_p \cdot (1 - \beta \cdot (T_c - T_{NOCT})), \quad (2)$$

bunda  $\eta_p$  – quyosh modulining nominal rejimdagi (1000 BT/m<sup>2</sup>, 25 °C) foydali ish koeffitsiyenti;  $\beta$  – quvvat o'zgarishiga bog'liqlik harorat koeffitsiyenti, 0,004 W/°C.

Quyosh fotopanellari sirtining changlanganlik miqdorining samaradorlik ko'rsatgichiga bog'liqlik empirik tenglamasi quyidagicha:

$$\eta = 12,3 \cdot \exp\left(-\frac{\rho}{17,4}\right) + 4,2, \quad (3)$$

bunda  $\rho$  – solishtirma changlanganlik miqdori, gr/m<sup>2</sup>.

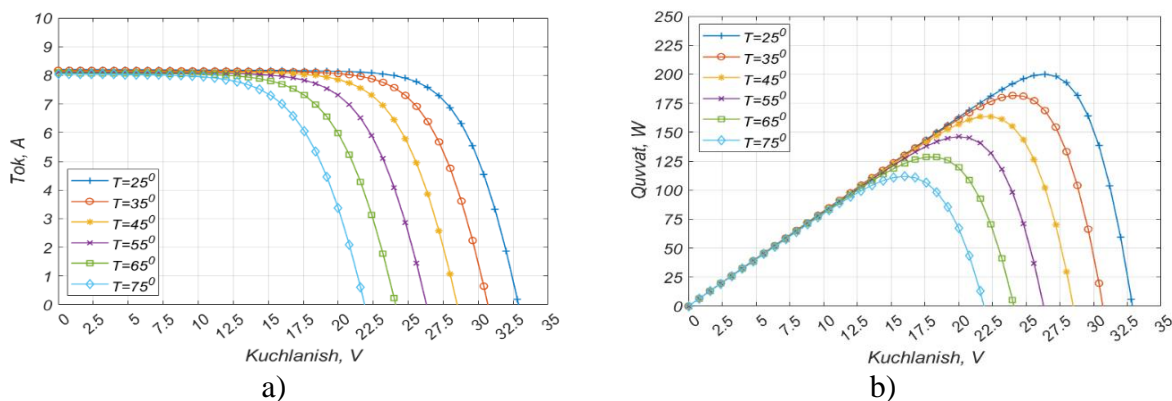
Quyosh fotopanellari haroratining tashqi havo harorat va shamol tezligiga bog'liqlik tenglamasi quyidagicha [9]:

$$T_m = E \cdot (e^{a+b \cdot V}) + T_a, \quad (4)$$

bunda  $T_m$  – quyosh fotopaneli orqa tomonining harorati, °C;  $T_a$  – tashqi havo harorat, °C;  $E$  – Modul yuzasiga quyosh nurlanishi tushishi, W/m<sup>2</sup>;  $V$  – shamol tezligi, m/s;  $a$  – past shamol tezligida va yuqori quyosh nurlanishida modul haroratining yuqori chegarasini belgilovchi empirik aniqlangan koeffitsiyent;  $b$  – shamol tezligi oshishi bilan modul haroratining pasayish tezligini belgilovchi empirik aniqlangan koeffitsiyent.

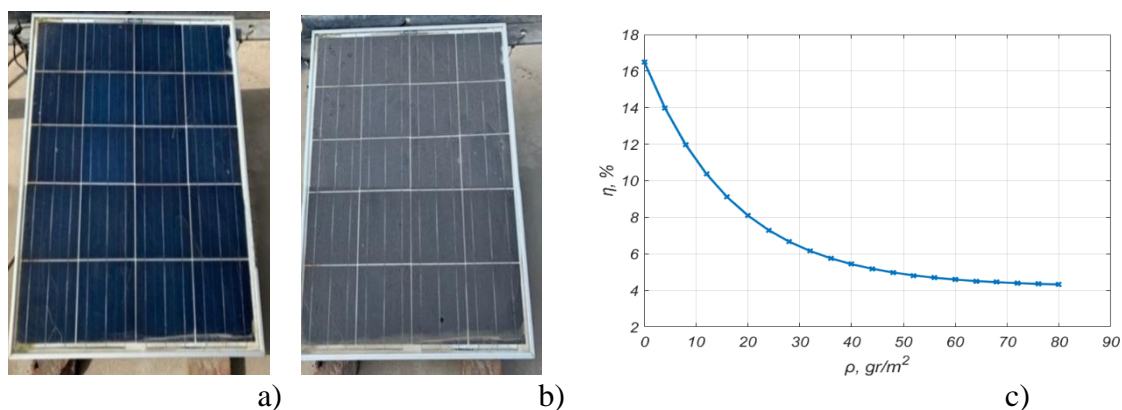
### Natijalar

1-rasmda quyosh radiatsiyasi 1000 W/m<sup>2</sup> bo'lganda tashqi harorat o'zgarishining quyosh moduli chiqish tokining kuchlanishga (a) va quvvatning kuchlanishga (b) bog'liqlik egri chiziqlari keltirilgan. Bunda harorat oshganda quyosh modulining chiqish kuchlanishi va quvvati kamayishi aniqlandi. Tashqi harorat 25 °C va quyosh radiatsiyasi 1000 W/m<sup>2</sup> bo'lganda chiqish quvvati maksimal 200 W ga, agar harorat 75 °C bo'lganda taxminan chiqish quvvati 110 W ga teng bo'lar ekan.



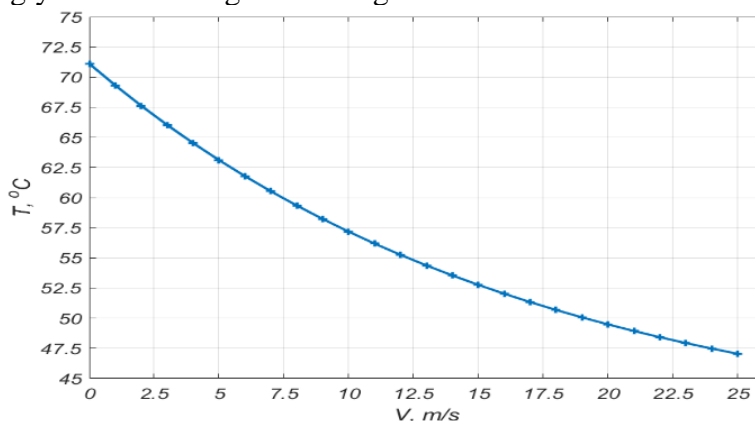
**1-rasm. Tashqi havo harorat o'zgarishining quyosh moduli chiqish tokining kuchlanishga (a) va quvvatning kuchlanishga (b) bog'liqlik egri chiziq-lari**

2-rasmda quyosh fotoelektrik batareyasi sirtining changlanganlik (a) miqdori (b) uning foydali ish koeffitsiyentiga bog'liqlik egri chizig'i keltirilgan. Bunda quyosh fotoelektrik batareyalari sirti changlanganlik miqdori taxminan 0,1 gr/m<sup>2</sup> bo'lganda qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti maksimal 16%, agar 80 gr/m<sup>2</sup> bo'lgan qurilmaning samaradorligi 4 % gacha pasayishi tajribalarda aniqlandi. Ushbu natijalarni aniqlashda (3) empirik tenglamadan foydalanildi.



**2-rasm. Quyosh fotoelektrik batareyasining toza (a), changlanganlik holati (b) va changlanganlik miqdorining qurilmaning samaradorlik ko'rsatgichiga bog'liqlik egri chizig'i (c)**

3-rasmda quyosh fotoelektr panellari haroratining shamol tezligiga bog'liqlik egri chizig'i keltirilgan. Bunda quyosh radiatsiyasi 1000 W/m<sup>2</sup> va tashqi harorat 40 °C qabul qilingan. Natijalarga ko'ra shamol tezligi oshganda quyosh panellari harorat pasayishi aniqlandi. Quyosh fotopanellarida harorat pasayishi energiya samaradorligini oshishiga olib keladi.



**3-rasm. Quyosh fotopanellari haroratining shamol tezligiga bog'liqlik egri chizig'i**

## Xulosa

Quyosh fotopanellari samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillarga tashqi havo harorati, quyosh nurlanishi, shamol tezligi ekanligi asoslandi. Bunda tashqi havo harorati 25 °C va quyosh radiatsiyasi 1000 W/m<sup>2</sup> bo'lganda, fotopanelning quvvati maksimal 200 W ga, agar harorat 75 °C bo'lganda taxminan chiqish quvvati 110 W ga teng bo'lishi o'rganildi. Quyosh fotopanellari sirtining changlanganlik miqdori taxminan 0,1 gr/m<sup>2</sup> bo'lganda qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti maksimal 16%, agar 80 gr/m<sup>2</sup> bo'lgan qurilmaning samaradorligi 4% gacha pasayishi tajribalarda aniqlandi. Shamol tezligi juda kichik bo'lganda quyosh fotopanellarining harorati 72 °C, shamol tezligi 25 m/s bo'lganda harorat pasayishi 48 °C bo'lishi aniqlandi.

## Adabiyotlar

- [1] [https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA\\_World\\_Energy\\_Transitions\\_Outlook\\_Summary\\_2021\\_RU.pdf](https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_Summary_2021_RU.pdf)
- [2] Uzoqov G'.N., Xo'jaqulov S.M., Uzoqova Yu.G'. Muqobil energiyadan foydalanish asoslari. - T.: "Fan va texnologiya", 2017, 160 b.
- [3] Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы ее развития. Под общей редакцией академика Салимова А.У. -Т.: «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2021. 952 стр.
- [4] Quyosh energiyasidan foydalanish ko'rsatgichlari. <https://www.iea.org/energy-system/renewables/solar-pv>
- [5] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 16.02.2023 yildagi PQ-57-son. <https://lex.uz/uz/docs/-6385716>
- [6] G.N.Uzokov, A.B.Safarov. Mathematical Modeling Of Solar Photoelectric Batteries In Matlab/Simulink System. IBAST. Vol.3. Iss.9. 2023. Pp.80-88. <https://zenodo.org/records/8347989>
- [7] Safarov A.B., Uzoqov G'.N. Kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmasini modellashtirish. "O'zbekgidroenergetika" ilmiy-texnik jurnali №2, 2023. 77-81 b.
- [8] Safarov A.B., Uzoqov G'.N., Mamedov R.A. Kombinatsiyalashgan quyosh-shamol energetik qurilmasi. Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi (17.08.2023 y. FAP 02323)
- [9] D. L. King et.al. Photovoltaic array performance model. Sandia National Laboratories Albuquerque, New Mexico 87185-0752. [https://energy.sandia.gov/wp-content/gallery/uploads/SAND-2004\\_PV-Performance-Array-Model.pdf](https://energy.sandia.gov/wp-content/gallery/uploads/SAND-2004_PV-Performance-Array-Model.pdf)
- [10] Toshmamatov, B., Davlonov, Kh., Rakhmatov, O., Toshboev, A., Rakhmatov, A. Modeling of thermal processes in a solar installation for thermal processing of municipal solid waste AIP Conference Proceedings 2612,050027 2023.
- [11] Toshmamatov, B., Davlonov, Kh., Rakhmatov, O., Toshboev, A. [Recycling of municipal solid waste using solar energy](#). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1030(1),012165 2021.
- [12] Autonomous heat-cooling and power supply system based on renewable energy devices (trigeneration system) A.B.Safarov, O.I.Rakhmatov, and Yu.G.Uzakova BIO Web of Conferences, 02(2023) CIBTA-II-2023 71 030 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102030>.

UO‘K 662.997

## BIOMASSADAN MUQOBIL YOQILG‘I OLISHNING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI

**Davlonov Xayrulla Allamuratovich**- texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent,  
ORCID:0000-0001-7444-9853, E-mail: [xayrulla.davlonov@bk.ru](mailto:xayrulla.davlonov@bk.ru)

**Hatamov Inomjon Amrulloevich** – katta o‘qituvchi  
ORCID: 0000-0003-2761-4777, E-mail: [hotamjon.88@mail.ru](mailto:hotamjon.88@mail.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Jahonda energiya resurslari kamayib borayotganligi, ularning tannarxi muntazam ravishda oshib borishi ulardan kelajakda oqilona foydalanishda energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash muhimligini ko‘rsatadi. Mualliflar tomonidan biomassadan muqobil yoqilg‘i olish uchun biogaz qurilmasidan foydalanish samaradorligi va qurilmaning xususiy ehtiyojiga sarflanadigan issiqlik energiyasini tejash hamda qurilmaning issiqlik texnik ko‘rsatkichlari bo‘yicha ilmiy tadqiqot natijalari tahlil qilingan.*

*Ushbu maqolada biomassa (xomashyo) ni biologik qayta ishlashning aerob va anaerob usullari, turli xil biogaz qurilmalarining issiqlik sxemalari qiyoslash usulida tahlil qilingan. Anaerob bijg‘ish jarayonida olingan hisobiy-nazariy tadqiqotlarning maqsadlari, biogaz qurilmalarining issiqlik sxemalari, issiqlik samaradorligi, issiqlik-texnik parametrlarini optimallashtirish darajasini hisobga olgan holda taqribiy baholashga yo‘naltirilgan.*

*Biogaz reaktorini issiqlik bilan ta‘minlash uchun kombinatsiyalashgan piroliz-biogaz tizimi taklif etilgan. Mazkur tipdagi biogaz qurilmasiga piroliz kondensatorining yo‘qotiladigan issiqligidan foydalanilishi natijasida biogaz reaktorida 52-56 °C harorat hosil qilish mumkinligi aniqlangan bo‘lib, natijada anaerob bijg‘ish jarayoni uchun qurilmaning xususiy energiya sarfini 60-65 % gacha kamaytirish imkonini beradi.*

*Biomassani qayta ishlashda, yoqilg‘i va energiya tejamkorligiga erishishda quyosh energiyasi va piroliz kondensatori issiqligi asosida ishlaydigan kombinatsiyalashgan piroliz-biogaz qurilmasidan foydalanish maqsadga muvofiq.*

***Kalit so‘zlar:** aerob, anaerob, kondensator, piroliz reaktori, biogaz reaktori, biomassa, muqobil yoqilg‘i, kollektor, bioenergetik qurilma.*

УДК 662.997

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ИЗ БИОМАССЫ

**Давлонов Хайрулла Алламуратович** – доктор философии по техническим наукам, доцент,  
**Хатамов Иномжон Амруллоевич** – старший преподаватель

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Тот факт, что мировые энергоресурсы сокращаются, их стоимость регулярно растет, показывает важность использования энергоэффективных технологий для их рационального использования в будущем. Авторы проанализировали результаты научных исследований по эффективности биогазовой установки для получения альтернативного топлива из биомассы и экономии тепловой энергии, используемой для конкретных нужд установки, а также теплотехнические показатели установки.*

*В данной статье в сравнительном порядке анализируются аэробные и анаэробные способы биологической переработки биомассы (сырья), тепловые схемы различных биогазовых установок. В данной статье цели расчетно-теоретических исследований, полученные в процессе анаэробного сбраживания, направлены на приблизительную оценку тепловых схем биогазовых установок, термического КПД, теплотехнических параметров с учетом степени оптимизации.*



*Авторами предложена комбинированная пиролизно-биогазовая система обеспечения теплом биогазового реактора. В результате использования отработанного тепла конденсатора пиролиза для данного типа биогазовой установки установлено, что в биогазовом реакторе можно создать температуру 52-56 °С, что позволяет снизить удельные энергозатраты установки. для процесса анаэробного сбраживания до 60-65%.*

*При переработке биомассы и достижении экономии топлива и энергии целесообразно использовать комбинированную пиролизно-биогазовую установку, работающую на основе солнечной энергии и тепла конденсатора пиролиза.*

**Ключевые слова:** *аэробный, анаэробный, конденсатор, пиролизный реактор, биогазовый реактор, биомасса, альтернативное топливо, коллектор, биоэнергетическое устройство.*

UDC 662.997

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF ALTERNATIVE FUEL FROM BIOMASS

**Davlonov, Khairulla Allamuratovich** - Doctor Of Philosophy In Technical Sciences,  
Associate Professor

**Hatamov, Inomjon Amrulloevich** – Senior lecturer

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The fact that the world's energy resources are declining and their prices are regularly rising shows the importance of using energy efficient technologies for their rational use in the future. The authors analyzed the results of scientific research on the efficiency of a biogas plant for producing alternative fuel from biomass and saving thermal energy used for the specific needs of the plant, as well as the thermal performance of the plant.*

*This article comparatively analyzes aerobic and anaerobic methods of biological processing of biomass (raw materials), thermal circuits of various biogas plants. In this article, the goals of computational and theoretical studies obtained in the process of anaerobic digestion are aimed at an approximate assessment of the thermal circuits of biogas plants, thermal efficiency, thermal parameters, taking into account the degree of optimization.*

*In the article, the authors proposed a combined pyrolysis-biogas system for providing heat to a biogas reactor. As a result of using the waste heat of the pyrolysis condenser for this type of biogas plant, it was found that a temperature of 52-56 °C can be created in the biogas reactor, which allows reducing the specific energy consumption of the plant. for the anaerobic digestion process up to 60-65%.*

*When processing biomass and achieving fuel and energy savings, it is advisable to use a combined pyrolysis-biogas plant operating on the basis of solar energy and the heat of a pyrolysis condenser.*

**Keywords:** *aerobic, anaerobic, condenser, pyrolysis reactor, biogas reactor, biomass, alternative fuel, collector, bioenergy device.*

### Kirish

Jahonda energiya resurslarining kamayib borayotganligi, tannarxining muntazam ravishda oshib borishi ulardan kelajakda oqilona foydalanishda energiya tejankor texnologiyalarni qo'llash dolzarb masalalardan ekanligini ko'rsatadi [1]. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan quyosh va biomassa energiyasining texnik potentsiali yuqoriligini hisobga olib, ulardan amalda foydalanish ekologik va iqtisodiy jihatdan yuqori samara beradi.

Respublikamizning biomassa zaxirasi mavjud bo'lgan hududlari, jumladan, Qashqadaryo, Sirdaryo, Xorazm va Toshkent viloyatlarida iste'molchilarni energiya bilan ta'minlash, issiqxona xo'jaliklarini issiqlik va muqobil yoqilg'i bilan ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Bu o'z

navbatida biogaz qurilmalaridan foydalanishni jadallashtirib, ularning ishlash samaradorligini va ishonchliligini oshiradi [2].

Jahon amaliyotida biomassadan issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish, qishloq xo'jaligi uchun yuqori sifatli o'g'it olish maqsadida foydalanish yo'lga qo'yilgan. Mamlakatimizda ham so'nggi yillarda energetikani rivojlantirish yo'nalishlarida noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish keng yo'lga qo'yilmoqda [3].

### Usullar va materiallar

Jahon tajribasida biomassaga ikki usulda: aerob (kislorodli muhitda) va anaerob (kislorodsiz muhitda) ishlov berish usullari mavjud. Ma'lumki, biogaz qurilmalari (BGQ) biomassani anaerob bijg'ishidan hosil bo'ladigan gazni to'plash, tozalash, saqlash va iste'molchilarga uzatadigan qurilma hisoblanadi. Odatda, biogaz qurilmalarining mexanik va avtomatik usulda ishlaydigan turlari mavjud. Biogaz qurilmalarining samaradorligi metantenk hajmi, bijg'itish vaqti va biogaz ajralish miqdoriga qarab aniqlanadi. Ko'p hollarda, kichik biogaz qurilmalarining aralashtirgichlari vertikal o'qli, katta biogaz qurilmalarining aralashtirgichlari esa gorizontal o'qli shaklda tayyorlanadi [4].

Biomassadan muqobil yoqilg'i olish qurilmalarini ishlab chiqish bo'yicha rivojlangan mamlakatlarning olimlari ilmiy tadqiqot ishlari olib borganlar.

Jumladan, S.M.Birkin (Rossiya) o'z tadqiqot ishida chorva go'ngini qayta ishlash texnologiyasi va texnik vositalarini takomillashtirishni tadqiqot qilgan. Ushbu biogaz qurilmasida anaerob bijg'ish jarayonini saqlab turishda energiya talab qilganligi sababli ishlab chiqarilgan energiyaning bir qismidan qurilmaning xususiy ehtiyoji uchun foydalanilgan [5].

S.L.Kolovanov (Rossiya) tomonidan suv o'tlaridan biogaz va biogranula olish qurilmasi ishlab chiqilgan [6]. Taqdim etilgan konstruksiyada suv o'tlarini o'stirishda biohovuzdan foydalanilgan va biomassa zaxirasini to'plashda foydalaniladigan yer maydonining qisqarishiga hamda biogaz olish miqdorining oshishiga erishilgan.

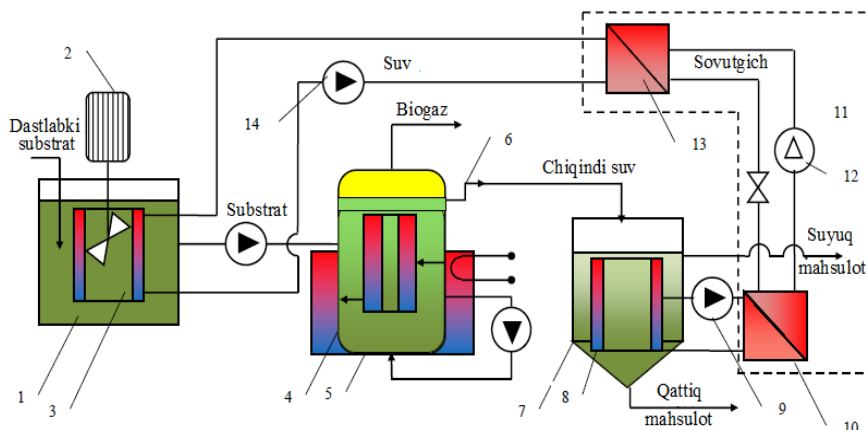
I.X.Mingazetdinov (Rossiya) ning tadqiqot ishlarida biomassani maydalaydigan shnekli biogaz olish qurilmasi ishlab chiqilgan [7]. Ushbu biogaz qurilmasi konstruksiyasida bir vaqtning o'zida biomassani maydalash va aralashtirish uchun keskichli shnek o'rnatilgan. Bu esa qurilmaning amortizatsion xarajatlarini oshirgan va ishlash samaradorligini pasaytirgan.

S.S.Yampilov (Rossiya) tomonidan biogaz qurilmasi yaratilgan [8]. Qurilmaning reaktori gumbaz shaklda bo'lib, yarim sharsimon pastki qismga ega germetiklangan vertikal silindrlil metantenkni, shuningdek biomassani issiqlik bilan ta'minlaydigan spiral shaklidagi texnologik quvurlarni o'z ichiga oladi. Metantenkda vertikal ramkali aralashtirgich bo'lib, unga vertikal va gorizontal pichoqlar ham o'rnatilgan. Pastki gorizontal pichoq metantenk tubining egrilik radiusiga mos keladi va cho'kindi hosil bo'lishini oldini oladi. Ushbu qurilma biogaz ishlab chiqarishni oshirishga, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlarini bajarish qulayligini ta'minlaydi.

A.A.Kovalyov (Rossiya) tomonidan biogaz qurilmasining energiya samaradorligini oshirish va issiqlikni ta'minlash maqsadida biogaz qurilmasida o'rnatilgan issiqlik nasosidan foydalanilgan. Issiqlik nasosli biogaz qurilmasi dastlabki biomassa isitiladigan idish, kurakcha shaklli mexanik aralashtirgich, issiqlik almashtirgich, bioreaktor, fermentatsiya haroratini ushlab turish uchun ichki issiqlik almashtirgich, tushirish moslamasi, chiqindi suvlarni cho'ktirish tanki, chiqindi suvdan issiqlik energiyasini olish uchun o'rnatilgan issiqlik almashtirgich, ta'minot nasosi, issiqlik nasosi bug'latkichi, issiqlik nasosi, kompressor, kondensator va nasosdan tashkil topgan (1-rasm) [9].

Ushbu qurilma konstruksiyasining murakkabligi va tannarxining qimmatligi uning asosiy kamchiliklari hisoblanadi.

Italiyalik olim Lucia Lijo va boshqalar tomonidan Shimoliy Italiyada joylashgan biogaz qurilmalarining ekologik samaradorligi tahlil qilingan [10]. Biogaz qurilmalarini takomillashtirish natijasida biogazdan elektr energiyasi ishlab chiqarish Italiya elektr energiya tarmog'i bilan solishtirilganda ekologik foyda keltirishi aniqlangan.



**1 – rasm. Issiqlik nasosli biogaz qurilmasining texnologik sxemasi:**

1 – dastlabki substrat isitiladigan idish, 2 – kurakcha shaklli mexanik aralashtirgich, 3 – issiqlik almashtirgich, 4 – bioreaktor, 5 – fermentatsiya haroratini ushlab turish uchun ichki issiqlik almashtirgich, 6 – tushirish moslamasi, 7 – chiqindi suvlarni cho'ktirish tanki, 8 – chiqindi suvdan issiqlik energiyasini olish uchun o'rnatilgan issiqlik almashtirgich, 9 – ta'minot nasosi, 10 – issiqlik nasosi bug'latkichi, 11 – issiqlik nasosi, 12 – kompressor, 13 – kondensator, 14 – nasos.

Antonio Giuliano tomonidan mezofil va termofil sharoitda chorvachilik go'ngi, oqova suvlarni, qishloq xo'jalik o'simliklari va chiqindilarini birgalikda anaerob bijg'ish jarayoni o'rganilgan [11]. Ushbu tadqiqot davomida foydalanilgan har bir substratdan hosil bo'ladigan biogaz tarkibidagi metan miqdorini aniqlash uchun tahlillar ham o'tkazilgan.

Shvetsiyalik tadqiqotchi Asa Hadin tomonidan anaerob bijg'ish jarayoni uchun xomashyo sifatida ot go'ngidan foydalanilgan. Ot go'ngidan biogaz va bioo'g'it ishlab chiqarish salohiyati tahlil qilingan va matematik modellashtirilgan [12].

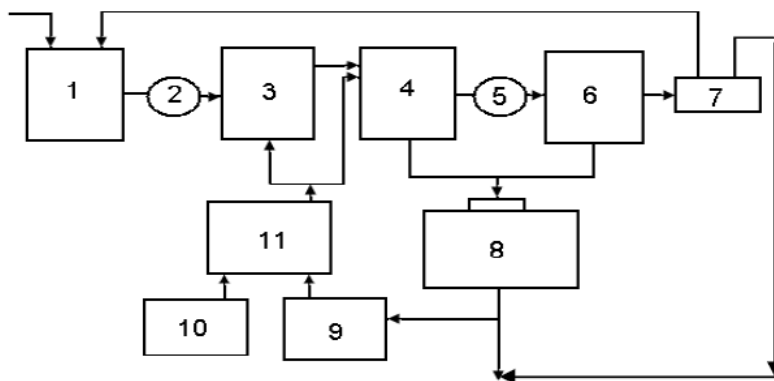
Amerikalik olim Haoqin Chjou ilmiy tadqiqot ishlarida qattiq holatdagi biomassadan biogaz olish jarayoni va suyuq holatdagi biomassadan biogaz olish jarayoni solishtirilgan [13]. Tadqiqot davomida ikkala jarayonning ham afzallik va kamchiliklari o'rganilgan.

Peter Lutz tomonidan biogaz va kompost ishlab chiqarish uchun kombinatsiyalangan qurilma hamda fermentatorni biogaz ishlab chiqarish va kompostlash o'rtasida o'xshash qurilmaga almashtirish usuli ishlab chiqilgan [14]. Kombinatsiyalangan qurilma, biogaz ishlab chiqarish texnologik jarayonining uzluksizligini ta'minlash uchun seriyali quruq fermentator, gaz tozalovchi filtr, biogaz chiqish liniyasi, chiqindi gaz quvuri, biogaz tarkibini aniqlash uchun monitoring vositalaridan tashkil topgan.

Yaponiyalik Shigehisa Kimura tomonidan fermentlanadigan biomassaning chiqindi suyuqligidan samarali foydalanish tadqiqot qilingan [15]. Xomashyo sifatida yirik shoxli qoramol go'ngidan foydalanadigan biogaz qurilmasida fermentatsiya jarayonida hosil bo'lgan suyuq biochiqindidan qishloq xo'jaligida suyuq bioo'g'it sifatida samarali foydalanilgan.

Xitoylik Yuzheng Wang ilmiy tadqiqot ishida Xitoy chorvachilik sanoati (yirik shoxli qoramol, cho'chqa, qo'y va parrandachilik) ning hozirgi holati va chorva go'ngini anaerob bijg'itish orqali biogaz ishlab chiqarish imkoniyatlari o'rganilgan [16].

G.O.Karamyan (Armaniston) ilmiy tadqiqot ishlarida Armaniston davlatining o'rtacha kattalikdagi (50-100 ta) cho'chqachilik fermalari uchun sutkasiga 3-3,5 m<sup>3</sup> biogaz olish mumkin bo'lgan V=20 m<sup>3</sup> hajmdagi avtonom quyosh-biogaz qurilmasi taklif qilingan. O'rtacha kattalikdagi cho'chqachilik fermasi uchun avtonom quyosh-biogaz qurilmasi suyuq go'ng qabul qilgich, nasos, issiqlik almashtirgich, metantenk, go'ng saqlagich, separator, yer osti filtri, gazgolder, biogaz qozoni, quyosh kollektori, issiqlik akkumulyatoridan tashkil topgan. Reaktordagi biomassani bijg'ishi uchun kerakli haroratni ta'minlashda yuzasi 4,72 m<sup>2</sup> bo'lgan SOLAR – 500 tipdagi quyosh suv qizdirish kollektoridan foydalanilgan (2-rasm) [17].

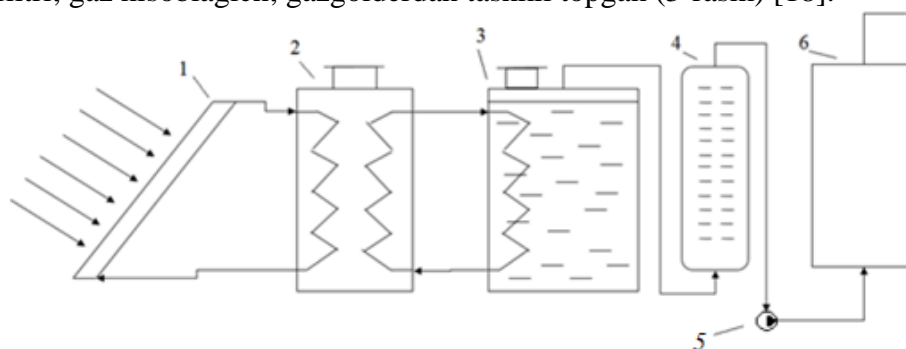


**2 – rasm. Cho‘chqachilik fermasi uchun avtonom biogaz qurilmasining texnologik sxemasi:**

*1 – suyuq go‘ng qabul qilgich, 2 – nasos, 3 – issiqlik almashtirgich, 4 – metantenk, 5 – go‘ng saqlagich, 6 – separator, 7 – yer osti filtri, 8 – gazgolder, 9 – biogaz qozoni, 10 – quyosh kollektori, 11 – issiqlik akkumulyatori.*

Ushbu biogaz qurilmasining konstruksiyasi uchun metall sarfi kattaligi hisobiga qurilma tannarxining oshishi va tunda issiqlik bilan ta‘minlashda olingan biogazning 50% ni o‘z ehtiyoji uchun sarflashi qurilmaning asosiy kamchiliklari hisoblanadi.

A.T.Otarbayev (Qozog‘iston) tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarida qishloq xo‘jaligi chiqindilarini utilizatsiya qilish va o‘z ehtiyojlari uchun biogaz ishlab chiqarish imkoniyatlari o‘rganilgan hamda biogaz qurilmalarini joriy etish ekologik va iqtisodiy jihatdan foydaliligi ko‘rsatib o‘tilgan. Ushbu tadqiqot davomida Qozog‘iston respublikasi hududlarida biogaz ishlab chiqarish uchun quyosh-biogaz qurilmalaridan foydalanish istiqbollari tahlil qilingan va quyosh biogaz qurilmalarini joylashtirishning maqbul hududlari aniqlangan. Shuningdek, quyosh energiyasini akkumulyatsiyalash orqali ishlaydigan biogaz qurilmasini sxemasi va uning ishlash prinsipi taklif etilgan. Quyosh-biogaz qurilmasi quyosh suv qizdirish kollektori; issiqlik saqlash baki; bioreaktor; gaz tozalash filtri; gaz hisoblagich; gazgolderdan tashkil topgan (3-rasm) [18].



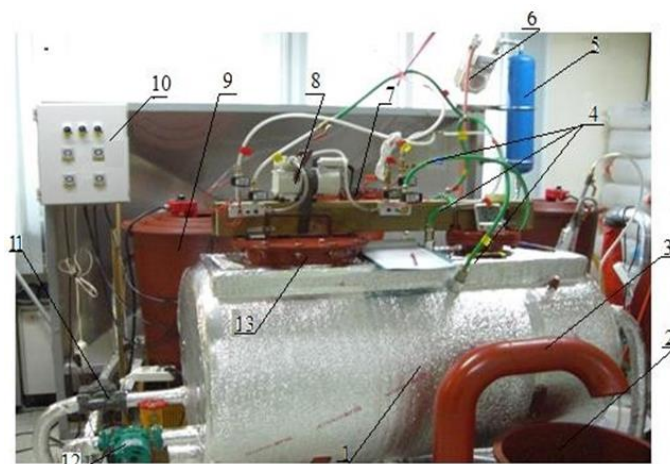
**3 – rasm. Quyosh-biogaz qurilmasining texnologik sxemasi.**

*1 – quyosh suv qizdirish kollektori; 2 – issiqlik saqlash baki; 3 – bioreaktor; 4 – gaz tozalash filtri; 5 – gaz hisoblagich; 6 – gazgolder.*

Qurilmaning asosiy kamchiliklari, issiqlik saqlash baki orqali bioreaktorga beriladigan issiqlik haroratining pasayishi kuzatiladi. Shu bilan birga tunda energiya saqlovchi sifatida kalsiy xlorid va elektr energiyasi ishlatiladi. Biogaz qurilmalarini qizdirishda elektr energiyasidan foydalanish qurilmaning samaradorligini pasayishiga olib keladi.

Ushbu yo‘nalishda mahalliy olimlarimizdan professor Sh.J.Imomov (O‘zbekiston) ning ilmiy tadqiqot ishlarida, kichik o‘lchamli biogaz qurilmalarida biogaz miqdorini reaktor hajmiga bog‘liqlik holati o‘rganilgan. Tadqiqot jarayoni termofil harorat rejimida (45 – 55 °C) olib borilgan. Biomassa namligi esa 95 % ni tashkil etgan. Ko‘p rejimli biogaz olish qurilmasi reaktor, shlam yig‘ish idishi, to‘kish quvuri, gaz tozalash filtri, gaz hisoblagich, siyraklanishni taqsimlash krani, kompressor, termorostlagich, boshqaruv pulti, termostat nasosi, bioreaktorga suv haydash nasosidan iborat (4-rasm) [19].



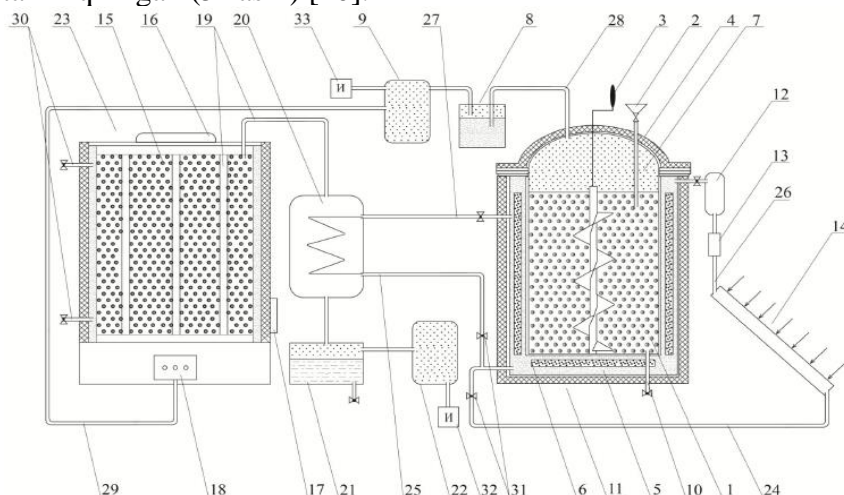


**4 – rasm. Atmosfera bosimidan past siyraklangan holatda termofil issiqlik haroratida ishlovchi ko‘p rejimli biogaz olish qurilmasi:**

1 – reaktor; 2 – shlam yig‘ish idishi; 3 – to‘kish quvuri; 5 – gaz filtri; 6 – gaz hisoblagich; 7 – siyraklanishni taqsimlash krani; 8 – kompressor; 9 – termorostlagich; 10 – boshqaruv pulti; 11 – termostat nasosi; 12 – bioreaktorga suv haydash nasosi.

### Natijalar

Mualliflar tomonidan biomassadan biogaz olish uchun piroliz kondensatorining issiq suv energiyasidan samarali foydalanish ko‘rib chiqilgan. Hududning biomassa potensialini hisobga olib, biomassani biologik (termik) qayta ishlash uchun kombinatsiyalashgan piroliz-biogaz qurilmasining issiqlik sxemasi taklif qilingan (5-rasm) [20].



**5-rasm. Kombinatsiyalashgan piroliz-biogaz qurilmaning prinsipial sxemasi:**

1 – biomassa, 2 – yuklash quvuri, 3 – aralash tirgich, 4 – sharsimon qopqog, 5 – suvli quvur, 6 – fazali o‘tish issiqlik akkumulyatorli quvur, 7 – biogaz, 8 – filtr, 9 – gazgolder, 10 – bioo‘g‘it chiqarish quvuri, 11 – bioreaktor, 12 – issiqlikni ta‘minlash uchun kengayish baki, 13 – harorat rostlagichi (termostat), 14 – quyosh kollektori, 15 – biomassa (o‘simlik qoldiqlari, yog‘och sanoati chiqindilari), 16 – yuklash qopqog‘i, 17 – yog‘och ko‘mir chiqarish qopqog‘i, 18 – o‘choq, 19 – bug‘-gaz quvuri, 20 – kondensator-sovutgich, 21 – suyuq yoqilg‘i baki, 22 – gazgolder, 23 – piroliz reaktori, 24,25 – past haroratli suv quvurlari, 26,27 – yuqori haroratli suv quvurlari, 28,29 – biogaz quvuri, 30 – iste‘molchilarni issiq suv bilan ta‘minlash quvuri, 31 – ventillar, 32,33 – biogaz va pirogaz iste‘molchilari.

### Xulosa

Olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarining va xorijiy mamlakatlar tajribasining tahlili shuni ko‘rsatadiki, biomassani anaerob bijg‘itish uchun bioreaktorda kerakli haroratni saqlash yoki elektr energiyasidan foydalanib qizdirish lozim. Bu esa biogaz qurilmalarining asosiy kamchiligi



hisoblanib, samaradorligining pasayishiga olib keladi. Shunga asosan reaktordagi haroratni ta'minlashda biogaz qurilmalarining kombinatsiyalashgan konstruksiyalarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish yechilishi lozim bo'lgan ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Ushbu keltirilgan ma'lumotlarga tayanib, mamlakatimiz hududlarida biomassa energiyasidan foydalanish imkoniyatlarini chuqur o'rganib, hozirgi kundagi mavjud dolzarb muammolar energetika xavfsizligi, tabiiy yoqilg'i resurslarini tejash, ekologik muammolari barqarorlashtirishda kombinatsiyalashgan bioenergetik qurilmalardan foydalanish dolzarb vazifa hisoblanadi.

### Adabiyotlar

- [1] Захидов Р.А., Лутпуллаев С.Л. Мировые тенденции в развитии альтернативной энергетики и задачи Узбекистана в освоении возобновляемых источников энергии // Гелиотехника. 2015., №1. – стр. 55 – 69.
- [2] Uzoqov G'.N., Davlonov X.A. Geliioisixqonalarning energiya tejamkor isitish tizimlari // Monografiya. Toshkent, Voris-nashriyoti, 143 b.
- [3] Узakov Г.Н., Давланов Х.А., Тошмаматов Б.М. Энергоэффективные системы и технологии с использованием альтернативных источников энергии. Альтернативная энергетика. 2021. Т. 1. С. 7-19.
- [4] Hatamov I.A., Ibragimov U.X. Piroliz qurilmalarining zamonaviy holati tahlili //Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – Т. 1. – S. 112-117.
- [5] Биркин С.М. Совершенствование технологии и технических средств утилизации навоза крупного рогатого скота //автореферат диссертации, Волгоград. 2009 г.стр.23
- [6] <https://patents.google.com/patent/RU2545737C2/ru>
- [7] <https://patents.google.com/patent/RU188085U1/ru>
- [8] <https://patents.google.com/patent/RU2605312C1/ru>
- [9] Ковалев А.А. Повышение энергетической эффективности биогазовых установок // диссертация к.т.н., Москва. 2014 г. стр.114
- [10] Lucia Lijo., Lorenzo-Toja Yago., Gonzalez-Garcia Sara., Bacenetti Jacopo., Negri Marco., & Moreira Maria Teresa. (2017). Eco-efficiency assessment of farm-scaled biogas plants. Bioresource Technology, 237, 146–155. doi:10.1016/j.biortech.2017.01.055
- [11] Giuliano, A., Bolzonella, D., Pavan, P., Cavinato, C., & Cecchi, F. (2013). Co-digestion of livestock effluents, energy crops and agro-waste: Feeding and process optimization in mesophilic and thermophilic conditions. Bioresource Technology, 128, 612–618. doi:10.1016/j.biortech.2012.11.002
- [12] Hadin, A., & Eriksson, O. (2016). Horse manure as feedstock for anaerobic digestion. Waste Management, 56, 506–518. doi:10.1016/j.wasman.2016.06.023
- [13] Zhou, H., & Wen, Z. (2019). Solid-State Anaerobic Digestion for Waste Management and Biogas Production. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. doi:10.1007/10\_2019\_86
- [14] <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/040863529/publication/US8440437B2?q=US8440437>
- [15] Shigehisa Kimura. Biogaz qurilmasining fermentatsiya suyuqligidan samarali foydalanish. Yaylov va bog'dorchilik 71-jild 2-son (2023). (<https://www.snowseed.co.jp/wp/wp-content/uploads/grass/700-04.pdf>)
- [16] <https://patents.google.com/patent/CN104650605A/zh>
- [17] Карамян Г.О. Автономная солнечно-биогазовая установка // ISSN 0002-306X. Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2007. Т. LX, № 2.
- [18] Отарбаев А.Т. Перспективы использования гелиобиогазовых установок на территории Республики Казахстан // UNIVERSUM: Технические науки. Май. 2022 г. № 5 (98)
- [19] Imomov J.Sh. Biogaz: Ekologiya va organik o'g'it //dissertatsiya, Toshkent. 2016 yil. 207 bet.
- [20] Uzakov G'.N., Hatamov I.A., Davlonov X.A., Safarov A.B., Mamedov R.A. Kombinatsiyalashgan bioenergetik qurilma. № FAP 2393. 25.01.2024-yil.

UO‘K 662.997

## YER OSTI ISSIQLIK ALMASHINUV QURILMALARINING MATEMATIK MODELLARI TAHLILI

**Xamrayev Sardor Ixomovich** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,  
ORCID: [0000-0002-0847-9488](https://orcid.org/0000-0002-0847-9488), E-mail: [xamrayevs@bk.ru](mailto:xamrayevs@bk.ru)

**Ibragimov Umidjon Xikmatullayevich** – texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent,  
ORCID: [0000-0002-8848-0971](https://orcid.org/0000-0002-8848-0971), E-mail: [ibragimov\\_u@rambler.ru](mailto:ibragimov_u@rambler.ru)

Qarshi-muhandislik iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Binolarni isitish va sovitish tizimlarida qayta tiklanadigan energiya manbai sifatida geotermal energiya manbalari keng qo‘llaniladi. Yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining issiqlik xarakteristikasi geotermal issiqlik nasoslarini (GIN) samarali ishlashi uchun eng muhim hisoblanadi. Ushbu maqolada yirik GIN tizimlarda keng qo‘llaniladigan uchta turdagi, vertikal quduqli GIN, qoziqli GIN va gorizontal quduqli GINlari bo‘yicha so‘nggi ishlanmalar tahlili keltirilgan. Shuningdek, turli geologik sharoitlarni inobatga olgan holda issiqlik uzatish jarayonlarini tadqiqot qilish uchun taklif etilgan analitik va sonli modellarining tahlillari keltirilgan.*

***Kalit so‘zlar:** geotermal issiqlik nasoslari, vertikal quduqli geotermal issiqlik nasoslari, gorizontal quduqli issiqlik nasoslari, isitish va sovitish, gorizontal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari.*

УДК 662.997

## АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ

**Хамраев Сардор Илхомович** – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент  
**Ибрагимов Умиджон Хикматуллаевич** – доктор философии по техническим наукам (PhD),  
доцент

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В системах отопления и охлаждения зданий широко используются источники геотермальной энергии в качестве возобновляемого источника энергии. Тепловые характеристики подземных теплообменных устройств являются наиболее важными для эффективной работы геотермальных тепловых насосов (ГТН). В данной статье представлен анализ последних разработок трех типов ГТН, широко используемых в крупных системах: ГТН с вертикальными скважинами, ГТН с сваями и ГТН с горизонтальными скважинами. Также представлены анализы аналитических и численных моделей, предложенных для исследования процессов теплопередачи с учетом различных геологических условий.*

***Ключевые слова:** геотермальные тепловые насосы, геотермальные тепловые насосы с вертикальными скважинами, тепловые насосы с горизонтальными скважинами, отопление и охлаждение, горизонтальные подземные теплообменные устройства.*

UDC 662.997

## ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF UNDERGROUND HEAT EXCHANGE DEVICES

**Khamrayev, Sardor Ixomovich** – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),  
Associate Professor

**Ibragimov, Umidjon Khikmatullayevich** – Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),  
Associate Professor

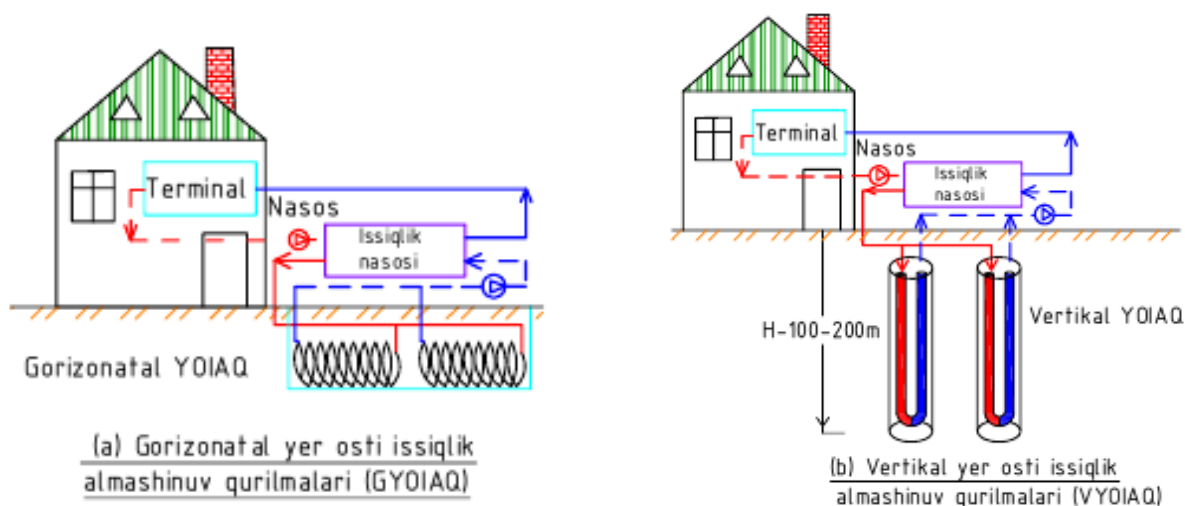
Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

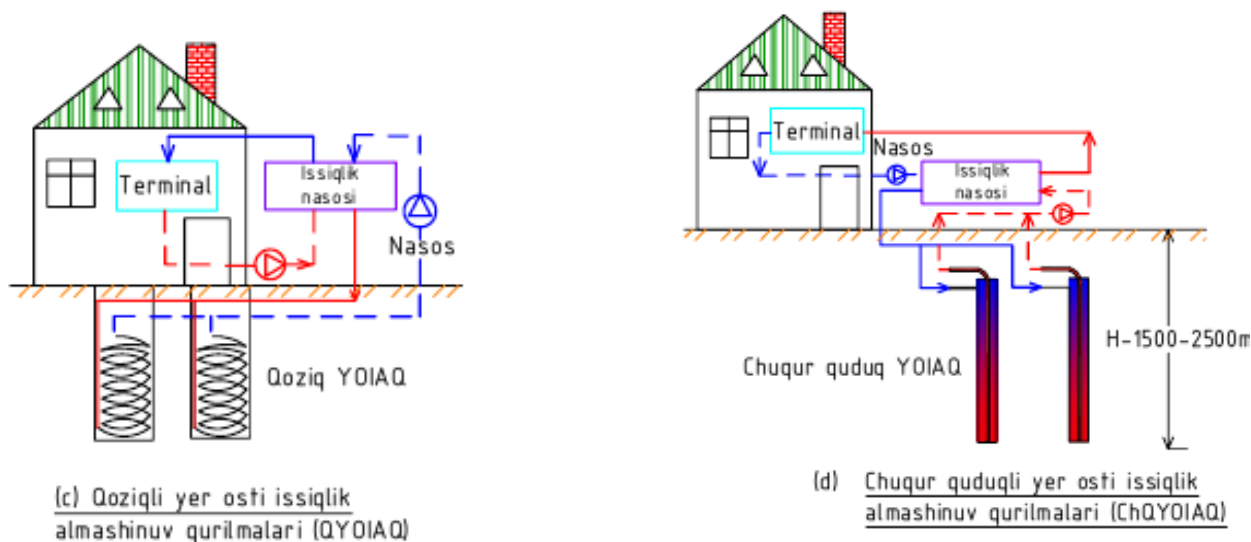
**Abstract.** Geothermal energy sources are widely used as a renewable energy source in building heating and cooling systems. The thermal characteristics of underground heat exchange devices are crucial for the efficient operation of geothermal heat pumps (GHPs). This article presents an analysis of recent developments in three types of GHPs widely used in large-scale systems: vertical borehole GHPs, pile-based GHPs, and horizontal borehole GHPs. Additionally, analyses of analytical and numerical models proposed for investigating heat transfer processes, taking into account various geological conditions, are presented.

**Keywords:** geothermal heat pumps, vertical borehole geothermal heat pumps, horizontal borehole heat pumps, heating and cooling, horizontal underground heat exchange devices.

## Kirish

Binolarni isitish va sovitish tizimlarida qayta tiklanadigan energiya resurslaridan foydalanishni rivojlantirish, atrof-muhitga taʼsirini va issiqxona gazlari tashlanmalari miqdorini kamaytirish dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Foydalanadigan qayta tiklanadigan energiya manbalari ichida geotermal energiya katta qiziqish uygʻotmoqda, bunga sabab geotermal manbaning ishonchliligi va har joyda amalda mavjudligidir. Geotermal energiyadan foydalanishning oltita asosiy kategoriyasi mavjud: geotermal issiqlik nasoslari (GIN) choʻmilish va suzish havzalarida foydalanish, xonalarini isitish, issiqxonalarini isitish, akvakultura uchun havzalarni isitish va sanoatda foydalanish [1]. GINlari dunyoda eng koʻp qoʻllanilib, ularning umumiy oʻrnatilgan quvvati 77547 MVt ni tashkil etadi. Bu qiymat 2020-yilda geotermal energiyadan bevosita foydalanishdagi umumiy oʻrnatilgan quvvatning 71,6 % qismini tashkil etadi. Xalqaro geotermal kongresi (WGC) maʼlumotlariga koʻra ushbu qiymat 2015-yil bilan taqqoslaganda geotermal energiyani yillik isteʼmoli 1,84 marta ortgan. Yashash va savdo binolarida energiya tejash, CO<sub>2</sub> tashlanmalarini kamaytirish va havo ifloslanishini oldini olish uchun GINlari muhim rol oʻynaydi [2]. GINning oddiy tizimi yer osti issiqlik almashinuv qurilmasi, issiqlik nasosi va bino ichidagi issiqlik taʼminoti tizimlaridan iborat. Geotermal energiyadan ochiq foydalanish odatda bilvosita hisoblanadi, bunda asosiy jihoz yer osti issiqlik almashinuv qurilmasi hisoblanadi. GINli tizimlar uchun yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining toʻrtta turi mavjud: gorizontaal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari va chuqur quduqli issiqlik almashinuv qurilmalari (1-rasm).

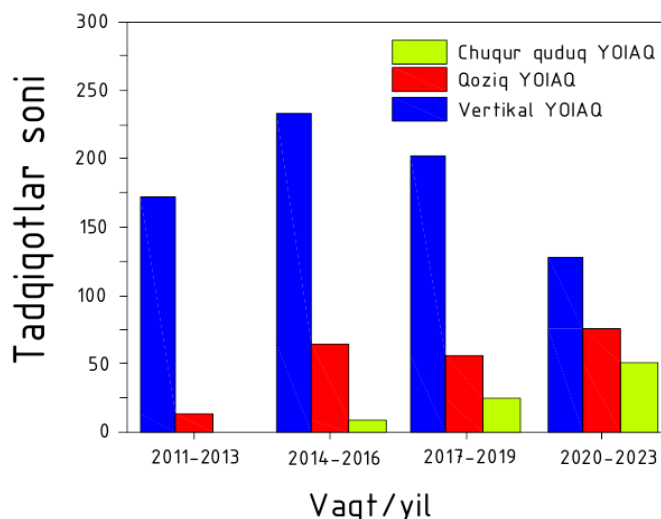




1-rasm. To'rtta turdagi yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining bazaviy sxemalari.

### Uslub va materiallar

Gorizontaal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari odatda katta maydonni talab etganligi sababli, dunyoda keng qo'llanilmaydi. Shuning uchun gorizontaal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari to'g'risida to'xtalmaymiz. GINlari to'g'risidagi birinchi ma'lumot 1912-yilda olingan patent hisoblanadi [3]. GIN larni Shimoliy Amerika va Yevropa tez sur'atlarda rivojlanish davri birinchi neft inqirozidan keyin 1970-yillarga to'g'ri keladi. Ko'p sonli tadqiqotlarni aksariyati issiqlik uzatishni modellashtirish va GIN larini loyihalashtirishga qaratilgan. Vertikal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari, qoziqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari va chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalariga bag'ishlangan va Science Direct ma'lumotlar bazasida havola qilingan ilmiy tadqiqot ishlarining hozirgi holati 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Science Direct ma'lumotlar bazasida havola qilingan ilmiy tadqiqot ishlari

2-rasmdan ko'rinib turibdiki, chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalariga bag'ishlangan tadqiqot ishlarining soni 2016-yilda eng ko'p bo'lib, keyin kamaygan. 2021-yilda chop etilgan maqolalar soni 2016-yil bilan taqqoslanga, ularning soni 40% ga kamaygan. Boshqa tomondan qoziqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari va chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv

qurilmasiga bag'ishlangan tadqiqotlar hali ham mashhur. Ushbu tahlillarni uchta asosiy kategoriyaga ajratish mumkin. Birinchi kategoriyadagi tahlillar chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini modellashtirish va loyihalash hamda qoziqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini termik sinashda bag'ishlangan [3-7]. Ikkinchi kategoriyadagi tahlillar energiyani akkumulyatsiyalovchi GIN li gibrid tizimlar [8, 9] va quyosh energiyali GIN lari [10, 11] bilan bog'liq. Uchinchi kategoriyadagi tahlillar chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari bilan bog'liq tadqiqot ishlari [12, 13]. Yer osti issiqlik almashinuv qurilmasi va yer o'rtasidagi issiqlik uzatishni modellashtirish darajasi ham shunga o'xshash bo'lib, modellashtirish tajribasini bir-biri bilan taqqoslash mumkin. Shuningdek, GIN ning turli shakllari to'g'risidagi bilim muhandislar uchun ham juda foydalidir. Analitik modellashtirish chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining ko'pgina analitik usullari yoki chiziqlik issiqlik manbaiga [14] yoki silindri issiqlik manbaiga asoslangan. Yakka quduq issiqlik o'tkazuvchanligining cheksiz chiziqlik manbaini birinchi analitik yechimi Ingersol va Plasslar [15] tomonidan taklif etilgan bo'lib, u keyingi loyihalash dasturini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qildi. 1986-yilda Eskilson [16] quduqli tizimni termik tahliliga superpozitsiya tamoyilini kiritdi. O'zgarmas issiqlik oqimli bitta quduqdagi harorat tebranishlari asosida superpozitsiya tamoyilidan foydalanib, isitish sovitishga o'zgaruvchan yuklama sharoitida bir nechta quduqda haqiqiy harorat tebranishini olish mumkin edi. Superpozitsiyaning ushbu usuli kichik vertikal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining muhandislik loyihalarida keng qo'llaniladi, buning sababi usulni fizik mohiyatini tushunarligi va hisoblashni osonligidir [6-17]. Issiqlik manbai ham chiziqlik ham silindrik bo'lgan modellar quduq devoridagi bir jinsli issiqlik oqimini va chuqur quduqlarda tuproqning bir jinsli issiqlik xususiyatini aniqlash imkonini beradi, bu esa haqiqiy holatdan og'ishga chetlanishga olib keladi. Abdelaziz va boshqalar chekli chiziqlik manba modeliga va superpozitsiya tamoyiliga asoslanib, turli qatlamlarning ichida harorat reaksiyasini hisoblash uchun yangi ko'p qatlamli FLS modelini taklif etishdi. Ko'p qatlamli modelda GIN bir nechta segmentlarga ajratilgan bo'lib, belgilangan nuqtadagi tuproq haroratining reaksiyasining ushbu barcha segmentlarning alohida hissalarini umumlashtirish yo'li bilan aniqlash mumkin. Ko'p qatlamli modelning baholovchi natijalar, chekli elementlar usuli yordamida olingan natijalar bilan yaxshi mos keladi. Ko'p qatlamli model bo'yicha o'lgangan haroratlar, bir jinsli tuproq uchun chekli elementlar modeli bo'yicha o'lgangan haroratlar bilan taqqoslanadi. Natijalarga ko'ra, haroratni o'lgashdagi noto'g'ri baholash 10 dan 25% gacha oraliqda bo'lib, bunga sabab tuproqni bir jinsli qabul qilinganligidir [18]. Pan va boshqalar [19] ko'p qatlamli FSL modelga o'xshash bo'lgan silindrik issiqlik manbai ko'p qatlamli modelni taklif etishdi. Ushbu model qatlamsimon tuproqda vertikal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari uchun mo'ljallangan va integral o'zgartirish usulidan foydalanib, tuproqning harorat reaksiyasini analitik ifodalash imkonini beradi. Natijalarga ko'ra, tuproq qatlamlari o'rtasidagi issiqlik xususiyatlarini turliligicha hisobiga qatlamlar chegaralari orqali vertikal bo'yicha issiqlikni qo'shimcha uzatilishi kuzatilgan. Yuqorida keltirilgan analitik modellarda yer osti suvlari oqimining yer osti issiqlik almashinuv qurilmalariga termokonvektiv ta'sirini inobatga olmaydi. Haqiqatan, yer osti suvlarini mavjud bo'lishi yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarining issiqlik xarakteristikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi [20]. Diao va boshqalar [21] yer osti suvlarining ta'siridan yuzaga keladigan konvektiv samaralarni hisoblash uchun harakatlanuvchi cheksiz chiziqlik manba modelini taklif etishdi va suv bir tekis o'zgaruvchan cheksiz bir jinsli g'ovak muhitda tuproq harorati reaksiyasining analitik yechimini olishdi. Satton va boshqalar [22] harakatlanuvchi chiziqlik manbai yechim asosida yer osti suvlarining konveksiyasining inobatga oluvchi tuproq qarshiligi qiymatini baholash modelini ishlab chiqishgan. Birlashtirilgan qiymat yerga ulashdan faqatgina o'tkazuvchanlik hisobiga farq qiladi.

### **Tahlil**

Chiziqlik manbaning an'anaviy modeli bilan taqqoslaganda yechim shuni ko'rsatadiki, yer osti suvlarining oqimi issiqlik uzatish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Keyinchalik, o'qiy issiqlik uzatish va yer osti suvlarining oqimini inobatga olish uchun Molina-Xiraldo va boshqalar [23] cheksiz



chiziqli harakatlanuvchi manbali modelni taklif etishdi. Ushbu model asosan uzoq muddatli modellashtirish uchun ahamiyatli bo‘lib, cheksiz chiziqli harakatlanuvchi manbali model bilan chegaralanishini bartaraf etdi. Yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari turli gidrogeologik va termik xususiyatli quduqlarning chuqurligi bo‘yicha turli qatlamda joylashtirilishi mumkin. Shunday qilib qatlamlar o‘rtasidagi yer osti suvlari oqimidagi farq katta bo‘lganda GIN tizimlarning uzoq muddatli samaradorligini baholash uchun tuproqning bir jinsli emasligini inobatga olish zarur. Vertikal yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari uchun ko‘p plastli geologiyalardagi yer osti suvlarining ta‘sirini inobatga oluvchi takomillashtirilgan modellar ishlab chiqildi [24, 25]. Natijalarni ko‘rsatishicha yer osti suvlarining yuqori tezligi qo‘shni qatlamlarning ichidagi issiqlikdan o‘zaro ta‘sirinishni susaytiradi. Yer osti suvlari oqimining tezligi yuqori bo‘lgan holatda qatlam o‘rtasida tuproqni bir jinslili bajariladi. Teskari holatda, o‘tish sharoitlarida, ayniqsa qatlam chegaralarida ko‘p qatlamli yondashuv mos keladi. Yer osti suvlari oqimli MFLS modeliga muvofiq, bir nechta nuqtalardagi tekshirilgan harorat tebranish bilan yer osti issiqlik almashinuv qurilmasi orqali o‘tayotgan yer osti suvlari oqimining yo‘nalishi va tezligini aniqlash uchun teskari hisoblash metodologiyasi tadqiqot qilingan [26]. Hisoblashni teskari usulini qo‘llashning xususiyati shundaki, u yer osti suvlarining tezligini aniq qiymatini olishni ta‘minlaydi, keyin yer osti suvlarining baholangan parametrlaridan foydalanib, yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarida issiqlik uzatish samaradorligini tahlil qilish mumkin. Pan va boshqalar [27] tomonidan uchta turli yuqori chegaraviy shartli yangi analitik model ishlab chiqilgan bo‘lib, ushbu model yordamida chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmasida harorat tebranishini tadqiq qilish mumkin. Natijalarga ko‘ra, Dirixle chegaraviy shartlaridan foydalanilganda chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmasida hisoblangan o‘rtacha harorat, Neyman va Robin chegaraviy shartlaridan foydalanilganda qaraganda 14,1% va 8,5% ga kichik.

### Munozara

Sonli modellashtirish yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarida issiqlik uzatishni tadqiqot qilishning sonli usullari uzlukli sonli sxemalar asosidagi chekli elementlar usuli yoki chekli farqlar usulida olib boriladi. Kompyuter texnologiyalarini rivojlanishi bilan sonli hisoblashlar issiqlik uzatishni tadqiqot qilishning asosiy vositasiga aylandi va yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini nazariy tadqiqot qilishda asosiy vosita hisoblanadi. Ushbu yo‘nalish juda ham aniq holatni, ya‘ni tuproqning bir jinsli emasligini inobatga oladi va qisqartirilgan shartlar qabul qilmasdan chegaraviy shartlar asosida tadqiqot olib borishni ta‘minlaydi. Birinchi uch o‘lchamli sonli model Xellstrem [28] tomonidan taklif etilgan va u uch qismdan iborat: quduq ichidagi issiqlik almashinuv, alohida quduqlarning mahalliy issiqlik almashinuv va alohida quduqlarni birlashtiruvchi global model. Keyin model TRNSYS dasturida ishlab chiqildi [29]. So‘nggi yillarda turli soddalashtirilgan shartli sonli modellar ishlab chiqildi, masalan yer osti suv oqimlarining harorat gradient modeli [30] va tog‘ jinsi va tuproqning turli qatlamlari modeli [31].

Yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari parallel ulangan holatda aniqlikni saqlagan holatda hisoblash vaqti qisqarishini ta‘minlovchi globus sonli modeli ishlab chiqilgan bo‘lib, ushbu model quduq ichidagi issiqlik almashinuvini 1D –modelini va quduq tashqarisidagi issiqlik almashinuvining 3D- modellarini birlashtirilgani hisoblanadi [32]. CFD model asosida koaksial kichik chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalari sonli tadqiqot qilingan bo‘lib, ushbu tadqiqotda bir nechta konstruktiv parametrlarni, kirishdagi sarfni kirayotgan suyuqlikning harorati, ichki quvur materiali va tashqi quvur diametrini issiqlik uzatish xarakteristikasiga ta‘siri o‘rganilgan [33]. Shunday qilib, muhandislik maqsadlarida yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini loyihalash uchun sonli usullardan foydalanish, uzunlik va vaqt masshtablari kuchli farqlanganligi hisobiga juda noqulay hisoblanadi, shuningdek, sonli usullar uzoq vaqt hisoblashni talab etadi. G- funksiya va qisqa vaqtli qadamli model. Tuproqning harorat reaksiyasini hisoblashni soddallashtirish uchun Eskilson va Klaesson [34-36] G- funksiyaning yangi konsepsiyasini kiritdi. Ushbu funksiya tebranishning o‘lchamsiz harorat koeffitsiyenti sifatida aniqlanadi. U quduq devorining harorati va quduqni yerdan chuqurligigacha issiqlikning haqiqiy koeffitsiyenti orqali bog‘langan. Ushbu gibrid model analitik va

sonli yechimlarning birlashtirilganidir. O'zgarmas boshlang'ich va chegaraviy shartli bir jinsli tuproqda yakka quduq uchun koordinataning radial-o'qiy sistemasida nobarqaror chekli farqlar tenglamalaridan foydalanib ikki o'lchamli sonli hisoblash o'tkazilgan. Yechim bazaviy pog'onali issiqlik impulsidan foydalanib olingan. Keyin quduq maydonining yakka impulsiga reaksiyasi G-funksiya yordamida ifodalangan. Keyinchalik Yavuztyurk va Spitlerlar [37] chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarida nobarqaror issiqlik uzatishni modellashtirish uchun qisqa vaqtli qadamli modelni taqdim etishgan bo'lib, uning aniqligi soat yoki kam vaqtga yetadi. Sonli natijalar qisqa vaqt qadamida tebranish koeffitsiyenti orqali ifodalangan. Prieto va Chimminolar [38] ekvivalent quduq usullarini ishlab chiqishdi, ushbu model bir necha soniyada mingdan ortiq quduq konlari uchun haroratni tebranish funksiyasini hisoblash imkonini beradi. Keyinchalik ketma-ket va parallel ulangan quduqlar aralash joylashtirilgan quduq maydonining G-funksiyasini hisoblashning yarim analitik usuli taqdim etildi [39]. Yuqorida ta'kidlanganidek, chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini modellashtirishni eng ko'p ishlatiladigan metodologiyasi bu quduqda issiqlik almashinuv zonasini ikkita qismga ajratishdir: quduq ichidagi barqaror issiqlik almashinuv qismi va quduq tashqarisidagi nobarqaror issiqlik almashinuv qismi uzoq muddatli istiqbolida quduq ichidagi issiqlik jarayonini, tashqi tuproq bilan taqqoslaganda o'lchami va issiqlik sig'imini kichikligi hisobiga barqaror hisoblash mumkin. So'nggi o'n yillikdagi tadqiqotlar yer osti issiqlik almashinuv qurilmasining qisqa vaqtli reaksiyasining tadqiqotiga bag'ishlangan bo'lib, ular gibril GIN larini optimal konstruksiyasini aniqlashga, joylardagi tebranishini sinashga, soatbay modellashtirish va ishni optimal boshqarishga qaratilgan [40]. Elektrik o'xshashlik yondashuvidan foydalanib, quduqning issiqlik sig'imini hisoblash uchun takomillashtirilgan "quvvatlar qarshiligi modeli" ishlab chiqildi [41]. Rostlangan quvvatli va termik qarshilikli yangi model nobarqaror holatda issiqlik uzatish masalasini yechish uchun ishlatiladi. Yer osti issiqlik almashinuv qurilmasidagi issiqlik jarayonlarini tadqiqot qilish uchun Li va boshqalar kompozit muhitli chiziqli manba modelini taklif etishdi [42]. Ushbu model nafaqat eritma issiqlik sig'imining ta'sirini, balki tuproq va eritma o'rtasidagi farqni ham inobatga oladi, shuningdek U-simon quvurlarning turli konfiguratsiyalarini modellashtirish imkonini beradi.

### Xulosa

Ushbu tahliliy maqolada vertikal quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmalarini modellashtirish bo'yicha erishilgan so'nggi yutuqlar va tadqiqotlar tahlil qilindi. Chuqur quduqli yer osti issiqlik almashinuv qurilmasidagi issiqlik uzatish jarayonlarini to'liq tadqiqot qilish uchun aniqlik darajasi turlicha bo'lgan analitik modellar bilan taqqoslanganda muhandislik loyihalarida kam qo'llanishi asoslandi, uning o'rniga g – funksiyadan foydalanish maqsadga muvofiqligi asoslandi.

### Adabiyotlar

- [1] J.W. Lund, A.N. Toth, Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review, *Geothermics* 90 (2021) 101915.
- [2] Khamraev S.I, Ibragimov U.Kh, Kamolov B.I. Removal of hydrodynamic lesions of a heated floor with a solar collector // APEC-V-2022 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1070(2022) 012018 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012018.
- [3] Uzakov G. N., Charvinski V. L., Ibragimov U. Kh., Khamraev S.I., Kamolov B. I. (2022) Mathematical Modeling of the Combined Heat Supply System of a Solar House. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 65 (5), 412–421. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2022-65-5-412-421>.
- [4] Y. Yuan, X. Cao, L. Sun, et al., Ground source heat pump system: a review of simulation in China, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16 (9) (2012) 6814–6822.
- [5] H. Yang, P. Cui, Z. Fang, Vertical-borehole ground-coupled heat pumps: a review of models and systems, *Appl. Energy* 87 (1) (2010) 16–27.

- [6] M. Li, A.C.K. Lai, Review of analytical models for heat transfer by vertical ground heat exchangers (GHEs): a perspective of time and space scales, *Appl. Energy* 151 (2015) 178–191.
- [7] E. Atam, L. Helsen, Ground-coupled heat pumps: part 1 –Literature review and research challenges in modeling and optimal control, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 54 (2016) 1653–1667.
- [8] N. Zhu, P. Hu, L. Xu, et al., Recent research and applications of ground source heat pump integrated with thermal energy storage systems: a review, *Appl. Therm. Eng.* 71 (1) (2014) 142–151.
- [9] S.K. Soni, M. Pandey, V.N. Bartaria, Hybrid ground coupled heat exchanger systems for space heating/cooling applications: a review, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 60 (2016) 724–738.
- [10] G. Nouri, Y. Noorollahi, H. Yousefi, Solar assisted ground source heat pump systems a review, *Appl. Therm. Eng.* 163 (2019) 114351.
- [11] S.K. Shah, L. Aye, B. Rismanchi, Seasonal thermal energy storage system for cold climate zones: a review of recent developments, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 97 (2018) 38–49.
- [12] I. Tomac, M. Sauter, A review on challenges in the assessment of geomechanical
- [13] rock performance for deep geothermal reservoir development, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 82 (2018) 3972–3980.
- [14] M.R.A. Sapinska-Sliwa, A. Gonet, et al., Deep borehole heat exchangers - a conceptual and comparative review, *Int. J. Air Cond. Refrig.* 24 (1) (2016).
- [15] H. Zeng, N. Diao, Z. Fang, A finite line-source model for boreholes in geothermal heat exchangers, *Heat Transf. Asian Res.* 31 (7) (2002) 558–567.
- [16] L.R. Ingersoll, H.J. Plass, Theory of ground pipe heat source for the heat pump, *Heat. Pip. Air Cond.* 20 (1948) 4.
- [17] P. Eskilson, Superposition borehole model, Manual for Computer Code, University of Lund, Lund, Sweden, 1986.
- [18] J. Luo, J. Rohn, W. Xiang, et al., A review of ground investigations for ground source heat pump (GSHP) systems, *Energy Build.* 117 (2016) 160–175.
- [19] S.L. Abdelaziz, T.Y. Ozudogru, C.G. Olgun, et al., Multilayer finite line source model
- [20] for vertical heat exchangers, *Geothermics* 51 (2014) 406–416.
- [21] A. Pan, J.S. McCartney, L. Lu, et al., A novel analytical multilayer cylindrical heat source model for vertical ground heat exchangers installed in layered ground, *Energy* 200 (2020).
- [22] Z. Zhao, Y.F. Lin, A. Stumpf, et al., Assessing impacts of groundwater on geothermal heat exchangers: a review of methodology and modeling, *Renew. Energy* 190 (2022) 121–147.
- [23] N. Diao, Q. Li, Z. Fang, Heat transfer in ground heat exchangers with groundwater advection, *Int. J. Therm. Sci.* 43 (12) (2004) 1203–1211.
- [24] M.G. Sutton, D.W. Nutter, R.J. Couvillion, A ground resistance for vertical bore heat exchangers with groundwater flow, *J. Energy Resour. Technol.* 125 (3) (2003) 183–189.
- [25] N. Molina-Giraldo, P. Blum, K. Zhu, et al., A moving finite line source model to simulate borehole heat exchangers with groundwater advection, *Int. J. Therm. Sci.* 50 (12) (2011) 2506–2513.
- [26] J. Hu, An improved analytical model for vertical borehole ground heat exchanger with multiple-layer substrates and groundwater flow, *Appl. Energy* 202 (2017) 537–549.
- [27] S. Erol, B. Francois, Multilayer analytical model for vertical ground heat exchanger with groundwater flow, *Geothermics* 71 (2018) 294–305.
- [28] W. Zhang, H. Yang, N. Diao, et al., Exploration on the reverse calculation method of groundwater velocity by means of the moving line heat source, *Int. J. Therm. of vertical water flow*, *Renew. Energy* 172 (2021) 1046–1062.
- [29] A. Pan, L. Lu, Y. Tian, A new analytical model for short vertical ground heat exchangers with Neumann and Robin boundary conditions on ground surface, *Int. J. Therm. Sci.* (2020) 152.
- [30] G. Hellström, Ground heat storage:thermal analysis of duct storage system, in: *Physics & Astronomy*, University of Lund, Lund, Sweden, 1991, p. 262.

- [31] S.A. Klein, et al., TRNSYS Manual, A Transient Simulation Program, Solar Engineering Laboratory. University of Wisconsin-Madison, Madison, 1996.
- [32] I.I. Stylianou, S. Tassou, P. Christodoulides, et al., Modeling of vertical ground heat exchangers in the presence of groundwater flow and underground temperature gradient, *Energy Build.* 192 (2019) 15–30.
- [33] K. Chen, J. Zheng, J. Li, et al., Numerical study on the heat performance of enhanced coaxial borehole heat exchanger and double U borehole heat exchanger, *Appl. Therm. Eng.* 203 (2022) 117916.
- [34] M. Chwieduk, New global thermal numerical model of vertical U-tube ground heat exchanger, *Renew. Energy* 168 (2021) 343–352.
- [35] G. Li, J. Yang, X. Zhu, et al., Numerical study on the heat transfer performance of coaxial shallow borehole heat exchanger, *Energy Built Environ.* 2 (4) (2021) 445–455.
- [36] P. Eskilson, J. Claesson, Thermal Analysis of Heat Extraction Boreholes, University of Lund, 1987 PhD Doctoral Thesis.
- [37] P. Eskilson, J. Claesson, Simulation model for thermally interacting heat extraction boreholes, *Numer. Heat Transf.* 13 (2) (1988) 149–165.
- [38] J. Claesson, P. Eskilson, Thermal analysis of heat extraction boreholes, in: *Proceedings of the 3rd International Conference on Energy Storage for Building Heating and Cooling ENERSTOCK 85*, Toronto (Canada), Public Works, 1985, pp. 222–227. September 22-26.
- [39] C. Yavuzturk, J.D. Spitler, A short time step response factor model for vertical ground loop heat exchangers, *ASHRAE Trans.* 105 (2) (1999) 475–485.
- [40] C. Prieto, M. Cimmino, Thermal interactions in large irregular fields of geothermal boreholes: the method of equivalent boreholes, *J. Build. Perform. Simul.* 14 (4) (2021) 446–460.
- [41] M. Cimmino, Semi-analytical method for g-function calculation of bore fields with series and parallel-connected boreholes, *Sci. Technol. Built Environ.* 25 (8) (2019) 1007–1022.
- [42] M. Li, A.C.K. Lai, Analytical model for short-time responses of ground heat exchangers with U-shaped tubes: model development and validation, *Appl. Energy* 104 (2013) 510–516.
- [43] A. Zarrella, M. Scarpa, M. De Carli, Short time step analysis of vertical groundcoupled heat exchangers: the approach of CaRM, *Renew. Energy* 36 (9) (2011) 2357–2367.
- [44] J. Wei, L. Wang, L. Jia, et al., A new analytical model for short-time response of vertical ground heat exchangers using equivalent diameter method, *Energy Build.* 119 (2016) 13–19.

## IQTISODIYOT FANLARI / ECONOMIC SCIENCES

UO‘K 338.478.33:51

### MEVA-SABZAVOTCHILIK MAHSULOTLARI KOOPERATSIYASI VA UNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI

**Ergashev Raxmatulla Xidirovich**-iqtisodiyot fanlari doktori, professor,  
ORCID: 0009-0008-9794-9859, E-mail: [e\\_r\\_x\\_55@rambler.ru](mailto:e_r_x_55@rambler.ru)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Meva-sabzavot mahsulotlari klaster-kooperatsiya tizimini tashkil etish asosida uning iqtisodiy samaradorligini oshirish muammosi hozirgi qishloq xo‘jaligi amaliyotida ularni meva-sabzavotchilik kooperatsiyalari agroklastlar, dehqon va fermer xo‘jaliklari, shuningdek integratsiya tizimlari faoliyatlarida keng foydalanishni hisobga olgan holda meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasining iqtisodiy samaradorligini oshirishni takomillashtirish hamda aholini meva-sabzavotga bo‘lgan talabini qondirish yuzasidan taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

*Ushbu muammoni hal qilishning asosiy turlaridan biri bu agroklastlar, dehqon va fermer xo‘jaliklarini, meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiya tizimiga biriktirgan holda iqtisodiy samaradorlikka erishish shuningdek, meva-sabzavot mahsulotlari yetishtirishda integratsiya tizimi faoliyatidan keng foydalanishdir.*

*Tadqiqot natijalariga ko‘ra, meva-sabzavotchilik mahsulotlari yetishtirish jarayoni, saqlash, qayta ishlash va sotish bilan bog‘liq iqtisodiy munosabatlarni kooperatsiya asosida tashkil etish agroklastlar, dehqon va fermer xo‘jaliklari uchun yuqori daromadli va samarali hisoblanadi.*

*Meva-sabzavotchilik mahsulotlari kooperatsiyasini atroflicha o‘rganib, uning samaradorlik ko‘rsatkichlari kuchini qayta tiklash va aholi farovonligini oshirish uchun shart-sharoitlar eng yaxshilarini yaratishda meva-sabzavotchilik mahsulotlari yetishtirish jarayoni, saqlash, qayta ishlash va sotish jarayonlari kooperatsiya asosida tashkil etishni namoyon qilish, iqtisodiy va ijtimoiy-iqtisodiy ishlab chiqarish samaradorligi oshishiga olib keladi.*

***Kalit so‘zlar:** meva-sabzavot, mahsulot, kooperatsiya, samaradorlik, ijtimoiy-iqtisodiy muhit, agroklastlar, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat, qayta ishlash, integratsiya, istiqbol, aholini ta‘minlash.*

УДК 338.478.33:51

### КООПЕРАЦИЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Эргашев Рахматулла Хидирович**-доктор экономических наук, профессор

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** Проблемой повышения экономической эффективности плодоовощной кооперации с учетом их широкого использования в деятельности агрокластеров плодоовощных кооперативов, фермеров и фермерских хозяйств, а также интеграционных систем является создание системы плодоовощной кластерной кооперации в современной сельскохозяйственной практике. В целях совершенствования производства и удовлетворения спроса населения на плодоовощную продукцию разработаны предложения и рекомендации.*



Одним из основных путей решения данной проблемы является достижение экономической эффективности за счет подключения агрокластеров, фермеров и фермерских хозяйств к кооперативной системе плодоовощной продукции, а также широкого использования деятельности интеграционной системы в дистрибуции плодоовощной продукции.

По результатам исследования организация экономических отношений, связанных с процессом выращивания плодоовощной продукции, ее хранения, переработки и реализации на основе кооперации, является высокорентабельной и эффективной для агрокластеров, фермеров и фермерских хозяйств.

Тщательное изучение кооперации плодоовощной продукции и создание наилучших условий для восстановления показателей ее эффективности и улучшения благосостояния населения, процессов выращивания плодоовощной продукции, хранения, переработки и реализации, демонстрация организации, основанной на экономической и социальной кооперации, приводит к повышению эффективности экономического производства.

**Ключевые слова:** плодоовощная продукция, продукт, кооперация, эффективность, социально-экономическая среда, агрокластер, сельское хозяйство, продовольствие, переработка, интеграция, перспектива, обеспечение населения.

UDC 338.478.33:51

## COOPERATION OF FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS AND WAYS TO IMPROVE ITS EFFICIENCY

**Ergashev, Rakhmatulla Khidirovich**- Doctor of Economic Sciences, professor

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The problem of increasing its economic efficiency based on the establishment of a fruit and vegetable cluster cooperation system in current agricultural practice is the economic efficiency of fruit and vegetable cooperation, taking into account their wide use in the activities of fruit and vegetable cooperatives agroclusters, farmers and farms, as well as integration systems. Proposals and recommendations have been developed in order to improve the production and to satisfy the population's demand for fruits and vegetables.*

*One of the basic ways to solve this problem is to achieve economic efficiency by connecting agroclusters, farmers and farms to the cooperative system of fruit and vegetable products, as well as the wide use of the activities of the integration system in the distribution of fruit and vegetable products.*

*According to the results of the research, the organization of economic relations related to the process of growing fruit and vegetable products, storage, processing and sale on the basis of cooperation is highly profitable and effective for agroclusters, farmers and farms.*

**Keywords:** *fruits and vegetables, product, cooperation, efficiency, socio-economic environment, agrocluster, agriculture, food, processing, integration, perspective, provision of the population.*

### Kirish

Meva-sabzavotchilik sohasining rivojlanishiga va kengayib borishiga qaramay, amaliyotda ularni meva-sabzavotchilik kooperatsiyalari agroklasterlar, dehqon va fermer xo‘jaliklari, shuningdek integratsiya tizimlari faoliyatlarida keng foydalanish bo‘yicha ilmiy va amaliy yondashuvlar yetarli darajada rivojlanmagan. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasining samaradorligini oshirish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Mamlakatimizda so‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarni, jumladan, meva-sabzavot mahsulotlarini yetishtirish va ularni saqlash, jahon bozorlarida raqobatbardoshligini oshirish orqali eksport hajmi va geografiyasini kengaytirishda meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasining tashkiliy-iqtisodiy asoslari kabi masalalarga katta ahamiyat berilmoqda. Qishloq xo‘jaligi kooperatsiyasi va agroklastlar sohasida normativ-huquqiy baza shakllantirilgan. Bular, xususan, “Kooperatsiya to‘g‘risida”, “Qishloq xo‘jaligi kooperativi (shirkat xo‘jaligi) to‘g‘risida”gi Qonunlar va boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlardir.

O‘zbekiston Respublikasida meva-sabzavot mahsulotlari asosan xususiy tarmoqda yetishtirilayotgan bo‘lib, uning 70-80 foizi dehqon va fermer xo‘jaliklari zimmasiga to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, bugungi kunda bog‘dorchilik sohasidagi yirik tadbirkorlik subyektlarining soni ortishi meva-sabzavot yetishtiruvchi xususiy tarmoq o‘rtasida raqobatning kuchayishiga olib kelmoqda. Bunday tizimda mavsumiy pishib yetiladigan va transportda tashishga ko‘p hollarda noqulay bo‘lgan meva-sabzavot mahsulotlari juda ko‘p sonli, joylashuvi jihatidan tarqoq hamda hajmi kichik dehqon va fermer xo‘jaliklarining raqobat kurashida ishtirok qilishlari uchun ularning kooperatsiyaga birlashishlari muhim ahamiyat kasb qiladi.

Meva-sabzavotchilik kooperatsiyalarini tashkil etishdan maqsad – kooperativ a‘zolarining moddiy va boshqa ehtiyojlarini qondirish uchun birgalikda ishlab chiqarish faoliyatini yuritish. Majburiy sharti – ularning mulkiy pay ulushlarini birlashtirish va kooperativ faoliyatida shaxsan ishtirok etishdan iboratdir.

### **Mavzuga oid adabiyotlar sharhi**

Meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasi masalalari ko‘plab xorijlik olimlarning, xususan, A.V.Chayanov [1], I.N. Buzdalov [2], T.Buzina [3] kabi va boshqa agrar soha iqtisodchi olimlari ilmiy ishlarida o‘rganilgan.

Mustaqil Davlatlar Hamdo‘stligi mamlakatlarida meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasi masalalari A.I.Allaxverdiyev [4], N.V.Yermalinskaya va Ye.A. Kojevnikov[5] kabi olimlar tadqiqotlarida o‘rganilgan.

O‘zbekistonda meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasining umumiy muammolarini o‘rganish bo‘yicha mahalliy olimlarimizdan R.M.Xusanov [6], Q.A.Choriyev [7] va boshqa olimlar ilmiy tadqiqot ishlari olib borganlar.

Yuqoridagi tadqiqotlarda meva-sabzavot mahsulotlarning iqtisodiy samaradorlik masalalari batafsil ko‘rib chiqilgan, samaradorlik darajasini baholash usullari, uni oshirish yo‘nalishlari va yo‘llari o‘rganilgan. Biroq, ko‘plab muammolar muhokama qilinganiga qaramay, olimlar meva-sabzavot mahsulotlar kooperatsiyasining tashkiliy-iqtisodiy asoslari masalasida bir fikrga kela olishganlari yo‘q. Meva-sabzavot mahsulotlar kooperatsiyasi muammosini yanada chuqurroq o‘rganish meva-sabzavotni qayta ishlash va saqlash korxonalarining rivojlanish zaxiralarini har tomonlama iqtisodiy baholashni va meva-sabzavot mahsulotlar kooperatsiyasining iqtisodiy samaradorligini oshirishning oqilona ilmiy va innovatsion yondashuvlarni talab qiladi.

Shu bilan birga, meva-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasining iqtisodiy samaradorligini oshirish masalalari yetarli darajada yoritilmagan. Ushbu holat mazkur yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlar olib borish zarurligini taqozo etadi, hamda tadqiqot mavzusining dolzarbligini belgilaydi.

### **Tadqiqot metodologiyasi**

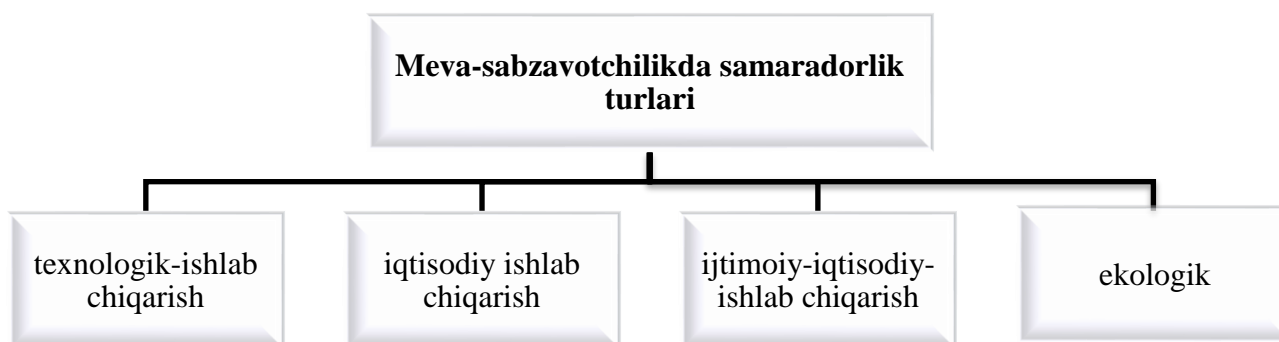
Meva-sabzavotchilik mahsulotlari kooperatsiyasi va uning samaradorligini oshirishga qaratilgan o‘ziga xos bo‘lgan asosiy xususiyatlarini asoslab berish, daladan dasturxonga qadar zanjirini tashkil etish asosida uning iqtisodiy samaradorligini oshirishga doir tahlilida induksiya va deduksiya, tizimli tahlil, qiyosiy tahlil etish, jadval va grafiklar usullaridan foydalanildi.

## Tahlil va natijalar

Meva-sabzavot mahsulotlarining iqtisodiy samaradorlik resurslarini ishlab chiqarish jarayonida-yer, mehnat, texnika va boshqa moddiy vositalar olingan natijalarning ishlab chiqarilgan xarajatlar bilan nisbatlarini ifodalaydi.

Meva-sabzavot mahsulotlarining ijtimoiy samaradorlik ko'rsatkichi-ish kuchini qayta tiklash va xalq farovonligini oshirish uchun shart-sharoitlar eng yaxshilarini yaratishda namoyon bo'ladi (qishloqda mehnat sharoitlari va ijtimoiy-madaniy xizmat ko'rsatish, haqiqiy ish haqini oshirish va h.k.).

Meva-sabzavot mahsulotlarining ishlab chiqarish samaradorligini hisobga olgan holda, quyidagi samaradorlik turlarini ajratish odatiy holdir (1-rasm).



1-rasm. Meval-sabzavotchilikda samaradorlik turlari<sup>1</sup>

**-texnologik-ishlab chiqarish** -ishlab chiqarish resurslaridan foydalanish samaradorligini aks ettiradi. Bu ishlab chiqarish jarayonida yer, moddiy va mehnat resurslaridan foydalanish darajasini aks ettiruvchi ko'rsatkichlar tizimi bilan tavsiflanadi;

**-iqtisodiy ishlab chiqarish** – ishlab chiqarish va texnologik samaradorlik iqtisodiy mexanizmining umumiy ta'sirini tavsiflaydi, va qiymat ko'rsatkichlari bilan o'lchanadi (ishlab chiqarish xarajatlari, yalpi va sof daromad, foyda va boshqalar);

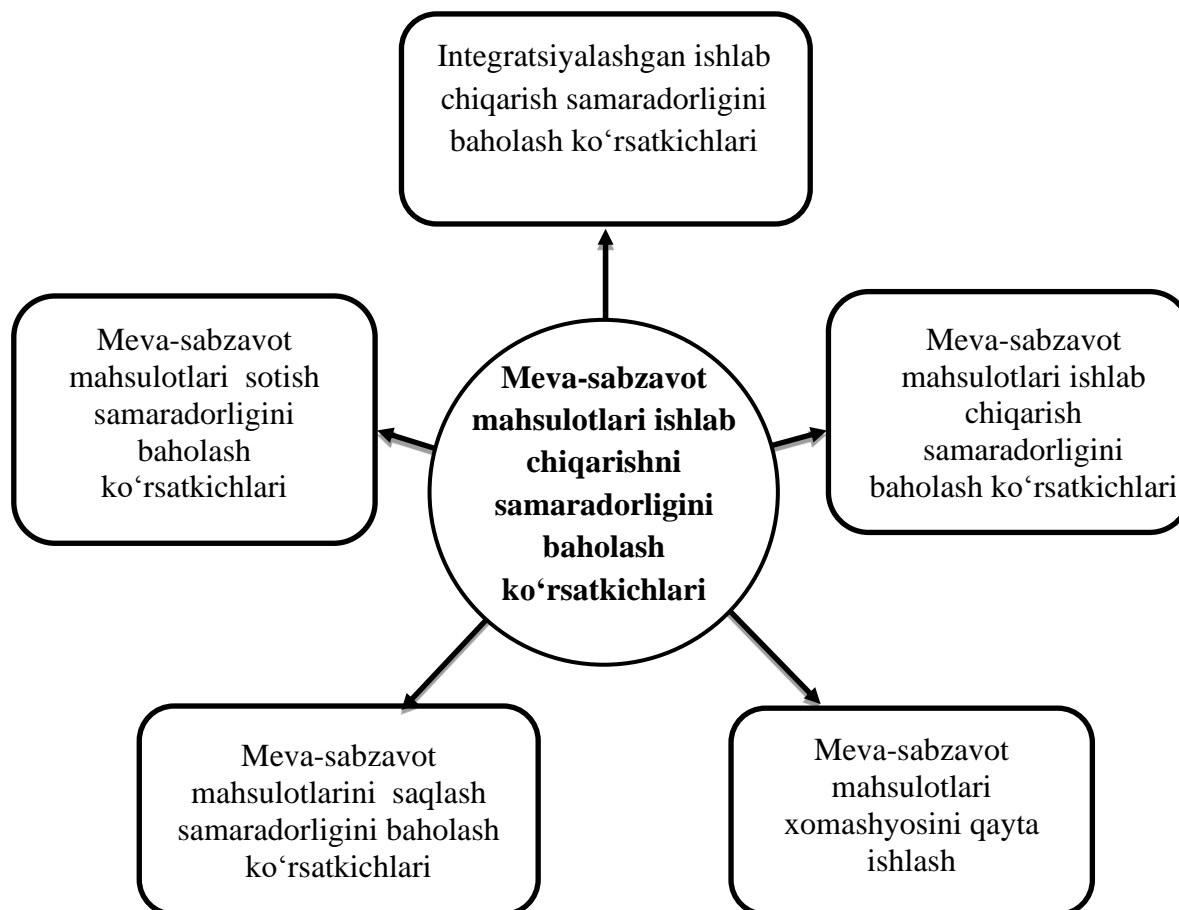
– **ijtimoiy-iqtisodiy-ishlab chiqarish**-iqtisodiy samaradorlikdan olingan va umuman ish samaradorligini tavsiflaydi. Buning uchun quyidagi ko'rsatkichlar qo'llaniladi: yer maydoni birligiga ishlab chiqarish qiymati, foyda normasi, rentabellik darajasi va boshqalar;

**- ekologik**- atrof-muhit uchun agrofirma sanoati ekologik ta'sirni hisobga olgan holda qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish samaradorligini tavsiflaydi.

Meval-sabzavotchilik mahsulotlarining iqtisodiy samaradorligi mohiyatini ishlab chiqarishni mezon va ko'rsatkichlar orqali ifodalash mumkin. Mezon samaradorligi baholanadigan xususiyatdir. Bu maqsadga erishishning eng samarali yo'li, vositasiga ishora qiladi ishlab chiqarishni rivojlantirishning muqobil variantlari o'lchanadi va tanlanadi.

Olib borilgan tadqiqotlar jarayonida meval-sabzavotchilik mahsulotlari ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligini baholash metodikasi ishlab chiqildi (2-rasm).

<sup>1</sup> Muallif ishlanmasi



**2-rasm Meval sabzavot mahsulotlari ishlab chiqarishning samaradorligini baholash ko'rsatkichlari<sup>2</sup>**

Quyidagi jadval materiallaridan meval-sabzavot mahsulotlari samaradorligini baholash metodikasi taklif etilgan bo'lib, integratsiyalashgan ishlab chiqarish alohida bosqichlarning iqtisodiy samaradorligini aniqlash yakuniy mahsulot ishlab chiqarish (meval-sabzavot mahsulotlari ishlab chiqarish, xomashyo, tayyor mahsulotni saqlash, qayta ishlash va sotish).

**Jadval**

**Qashqadaryo viloyatida meval-sabzavot mahsulotlari kooperatsiyasi va uning samaradorligini baholash ko'rsatkichlari tahlili (2022-yil)<sup>3</sup>**

№	Ko'rsatkichlar	Usullar		Farqi (+; -)
		An'anaviy*	Kooperatsiya**	
<b>1. Meval-sabzavot mahsulotlari yetishtirish</b>				
1.1	Ishlab chiqarish xarajatlari, mln. so'm	192,7	1280,0	1087,3
1.2	Mahsulot sotish hisobidan olingan tushum sifat va muddatlilik tamoyilini hisobga olgan holda, mln. so'm	480,3	5184,0	4703,7
1.3	Foyda (+), mln. so'm Zarar (-), mln. so'm	287,6	3904,0	3616,4

<sup>2-3</sup> Muallif tomonidan ishlab chiqilgan

Izoh. \*Yakkabog' tumani "Qayumov Salim Zafar o'g'li" fermer xo'jaligi.

\*\*Kitob tumani "Panji Kishmishzorlar" kooperativi ma'lumotlarida asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

1.4	Rentabellik darajasi, %	149,2	305,0	2 marta oshgan
<b>2. Meva-sabzavot mahsulotlarini saqlash</b>				
2.1	Mahsulotlarni saqlash quvvat, tonna	80,0	720,0	640
2.2	Mahsulotlarni saqlashdagi yo'qotishlar, tonna	1,2	11,5	10,3
2.3	Mahsulotlarni saqlash xarajatlari, mln. so'm.	3,2	36	32,8
2.4	Mahsulotlarni saqlashga qo'yilgan mahsulot qiymati, mln so'm	320,0	3600,0	3280
2.5	Mahsulotlarni jami saqlash xarajatlari va meva-sabzavot mahsulotlarning qiymati, ming so'm	323,2	3636,0	3312,8
2.6	Sotilgan mahsulotlar va sotish davrida yo'qotishlarni hisobga olgan holda, tonna	78,8	708,5	629,7
2.7	Sotilgan mahsulotlar qiymati va saqlash, sifatini va sotish muddatlarini hisobga olgan holda, ming so'm	630,4	10627,5	9997,1
2.8	Mahsulotlarni saqlashdan olingan foyda, ming so'm	307,2	6991,5	6684,3
2.9	Rentabellik darajasi, %	95,0	192,3	97,3
<b>3. Meva-sabzavot mahsulotlarni qayta ishlash</b>				
3.1	Qayta ishlangan mahsulotlar, tonna	40	160	120
3.2	Mahsulotlar xomashyo qiymati sotish muddatini hisobga olgan holda, mln so'm.	60,0	208,0	148
3.3	Tayyorlangan sharbatlar, tonna	12,0	48,0	36
3.4	Qayta ishlash xarajatlari (xomashyodan tashqari), mln so'm.	21,1	84,4	63,3
3.5	Sharbat ishlab chiqarish xarajatlari xomashyo xarajatlarini hisobga olgan holda, mln so'm	81,1	292,4	211,3
3.6	Ulgurji narxlarda sharbat qiymati, mln so'm	192,0	768	576
3.7	Qayta ishlashdan olingan foyda, ming so'm	110,9	475,6	364,7
3.8	Rentabellik darajasi, %	136,7	162,6	1,19 marta oshgan
<b>4. Meva-sabzavot mahsulotlarini sotish</b>				
4.1	Yangi mahsulotlar sotishi mo'ljallangan qismi, ming tonna	38,8	548,5	509,7



4.2	Mahsulotlarni sifat va sotish muddatlari bo'yicha mahsulotlar qiymati, mln so'm	620,8	8776,0	8155,2
4.3	Mahsulotlarni sotish xarajatlari, mln so'm	19,8	279,7	259,9
4.4	Mahsulotlarning chakana narxi sotish muddatlari bo'yicha, mln so'm	310,4	4388,0	4077,6
4.5	Mahsulotlarning sharbatini sotish xarajatlari, ming so'm	3,4	9,6	6,2
4.6	Mahsulotlarning sharbatining chakana narxdagi qiymati, mln so'm	168,0	672,0	504
4.7	Mahsulotlarning sotishdan olingan foyda yoki zarar, mln so'm	374,1	4478,3	4104,2
4.8	Rentabellik darajasi, %	51,6	769,8	14,9 marta oshgan
<b>5. Meva-sabzavot kooperatsiyasi</b>				
5.1	Yakuniy mahsulot qiymati, mln. so'm	478,4	5060,0	4581,6
5.2	Mehnat unumdorligi (o'rtacha bir kishiga ishlab chiqilgan mahsulot), mln. so'm	68,3	88,8	20,5
5.3	Fond qaytimi bir so'm asosiy vositaga yakuniy mahsulotning nisbati	1,51	1,62	0,11
5.4	Tarmoqlararo mahsulot tannarxi, ming so'm	540,2	1689,7	1149,5
5.5	Jami foyda, mln. so'm	238,2	3370,3	3132,1
5.6	Kooperatsiyaning rentabellik darajasi, %	99,6	199,4	2 marta oshgan

Qashqadaryo viloyatida kooperatsiya tamoyillari asosida faoliyat yurituvchi meva-sabzavotchilik fermer xo'jaliklarning paydo bo'lishi va holati hamda dinamikasini tahlil etadigan bo'lsak, 2018-yilda viloyat bo'yicha jami 23846 ta fermer xo'jaliklar faoliyat yuritishgan bo'lsa, 2019-yilda 26682 ta, 2020-yilda 28332 ta, 2021-yilda 21283 ta va 2022-yilda 25943 ta fermer xo'jaliklari faoliyat yuritmoqda.

Xuddi shunday metodika bo'yicha boshqa turdagi mahsulotlarning iqtisodiy integratsiyalashgan samaradorligini aniqlash mumkin.

Meva-sabzavotchilikning samaradorligini oshirish yo'nalishlari sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- ishlab chiqarishni intensivlashtirish darajasini oshirish;
- resurs tejaydigan ishlab chiqarish texnologiyalaridan foydalanish;
- urug'chilikni takomillashtirish;
- yangi nasllarni yaratish ishlari;
- yuqori hosildor o'simlik navlarini va yuqori darajada ulardan foydalanish;
- meva-sabzavotchilik mahsulotlar xomashyosini kompleks qayta ishlash;
- meva-sabzavotchilik mahsulotlar, xomashyo yo'qotishlarni kamaytirish va boshqalar;
- meva-sabzavotchilikda marketing faoliyatini takomillashtirish;

- meva-sabzavotchilikda qayta ishlash atrofida xomashyo zonalarini optimallashtirish;
- meva-sabzavot ekinlarini oqilona joylashtirish;
- xomashyoni tashish xarajatlarini tejash;
- integratsiyalashgan holda moliyaviy-hisob-kitob markazini tashkil etishni shakllantirish, intra-industrial tashkil etilishini ta'minlash;
- meva-sabzavotchilik sohasidagi ishtirokchilar tarkibini optimallashtirish va h.k.

### Xulosa

Meva-sabzavotchilik mahsulotlarini kooperatsiya deganda hamkorlikni rivojlantirishning huquqiy asoslari kooperativlarni yaratish tartibini, ularning huquqiy va tashkiliy shakllarini, resurslarni taqdim etishda ishlab chiqarish, munosabatlarni tashkil etish tartibini, mahsulot marketingini, soliq tizimlarini, davlat va kooperativlar o'rtasidagi munosabatlarni, kooperativlarni o'zaro munosabatlarni, mulkni begonalashtirishga qarshi huquqiy kafolatlarni mustahkamlashni belgilovchi qonunlar, me'yoriy-huquqiy hujjatlar majmui sifatida tushunilishi kerak.

Meva-sabzavotchilik mahsulotlari ishlab chiqaruvchining kooperatsiyasida quyidagi afzalliklari mavjud:

-tashkiliy, iqtisodiy resursi va boshqa chegaralari muayyan sanoat ko'lamini oshirish maqsadida ularda konsentratsiya va ixtisoslashuv jarayonlarini to'liq rivojlanishiga yo'l ochiladi;

-o'zaro manfaatli hamkorlik shaklida o'z sa'y-harakatlarini birlashtirish natijasida ma'lum bir mahsulot turini ishlab chiqarishda iqtisodiyotning konsentratsiyasi va ixtisoslashuvi jarayonlarini rivojlantirish uchun imkoniyatlar yaratadi;

- meva-sabzavotchilik mahsulotlari ishlab chiqarishida turli mexanik, biologik, xo'jalik jarayonlari va operatsiyalari o'zining optimal rejimlari va o'lchamlariga ega bo'ladi;

- meva-sabzavotchilik mahsulotlari ishlab chiqarish korxonasi optimal hajmi meva-sabzavot xomashyosini qayta ishlovchi korxonaning optimal hajmiga mos kelmasligi kerak, uning optimali turli omillarga, shu jumladan, turli xil xomashyolarni tashish darajasiga bog'liq bo'ladi.

Meva-sabzavotchilik mahsulotlari kooperatsiyasini atroflicha o'rganib, uning samaradorlik ko'rsatkichlarini qayta tiklash va xalq farovonligini oshirish uchun shart-sharoitlar yaratish, qishloqda mehnat sharoitlari va haqiqiy ish haqini oshirish nuqtai nazaridan kelib chiqqan holda texnologik, iqtisodiy va ijtimoiy-iqtisodiy ishlab chiqarish hamda ekologik samaradorlik turlari ishlab chiqildi.

### Adabiyotlar

- [1] Чаянов А.В. Основные идеи и формы организации сельскохозяйственной кооперации – Москва. -1927. - 357 б.
- [2] Буздалов И.Н. Возрождение кооперации. – М.: Экономика. -1990. –81 с.
- [3] Бузина Т.С. Оптимизация взаимодействия участников в региональных агропромышленных кластерах / Т.С. Бузина, Я.М.Иванько. – Иркутск: Издательство Иркутский ГАУ, 2015. – 148 с.
- [4] Аллахвердиев А.И. Развитие форм кооперации в аграрном секторе АПК. –Москва: - Экономика. –2003. –10 с.
- [5] Н. В. Ермалинская, Е. А. Кожевников. Кооперация в агропромышленном комплексе: учеб. пособие / Беларусь, Гомел. : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 191 с.
- [6] R.M.Husanov. Dehqon xo'jaligini yuritishning ilmiy va amaliy asoslari. – T.: Cho'lpon, 2000. – 103 b.
- [7] Q.A.Choriyev. Fermer va dehqon xo'jaliklarini kooperatsiya jarayoniga jalb etish. Agroiqtisodiyot ilmiy-amaliy agrar iqtisodiy jurnal. – Toshkent. – 2017. – №1. –22-30 b.

UO‘K 351/354

## DAVLAT BOSHQARUVI ORGANLARIDA INSON RESURSLARINI BAHOLASHNING MAZMUN-MOHİYATI

**Xo‘jaqulov O‘ktam Rustam o‘g‘li**- mustaqil izlanuvchi, ORCID: 0009-0006-6617-3483,  
E-mail: [uktamkhujakulov@gmail.com](mailto:uktamkhujakulov@gmail.com)

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Davlat boshqaruvi akademiyasi,  
Toshkent sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Mazkur maqolada davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholash zaruriyati ilmiy va amaliy, ilmiy-nazariy jihatdan o‘rganilgan. Davlat organlarida inson resurslarini baholashning asosiy jihatlari tahlili qilingan. Shuningdek, inson resurslarini baholashning zamonaviy usullarini joriy etish asosida sohani raqamlashtirish bo‘yicha amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

*Umuman olganda inson resurslari faoliyati samaradorligini baholashda ular tomonidan bajarilgan yoki ko‘rsatilgan ishlar hajmi; berilgan vazifalarning murakkabligi; xodim zimmasiga yuklatilgan lavozim majburiyatlarini xususiyatlari, hamda mehnat natijasini ham hisobga olish, shuningdek, ularning kasbiy va boshqaruv kompetensiyalarini ham baholash muhim ahamiyat kasb etadi.*

*Inson resurslarini baholash orqali tashkilotning istiqbol rejalarini ishlab chiqish va uni amalga oshirish natijasi aholining davlat organlari va idoralariga ishonchini oshirishi mumkin. Davlat boshqaruvi organlari faoliyatida samaradorlikni oshirish uchun inson resurslarini baholash orqali ularning shaxsiy va kasbiy rivojlanishini ta‘minlash, ularni karyera trayektoriyasi bo‘yicha o‘stirib borishda aniq dastur-reja ishlab chiqarish maqsadga muvofiq.*

*Davlat organlari va idoralarida ilg‘or texnologiyalar tufayli ish joylari keskin o‘zgardi va shuning uchun inson resurslarini ochiq va shaffof baholash usuliga ehtiyoj seziladi. Umuman olganda, an‘anaviy baholash usullari ko‘proq shaxsning shaxsiy xususiyatlarini baholashga qaratilgan bo‘lsa, mehnat faoliyatini baholashning zamonaviy usullari xodimning yutuqlariga ko‘proq e‘tibor beradi. Boshqa tomondan, zamonaviy usullar xodimlarga baholash tizimiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi. Bugungi kunda davlat organlari va idoralarida inson resurslarini baholash jarayonini xolis qilish uchun raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish talab etiladi.*

*Davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashda zamonaviy usullardan samarali foydalanish uchun tashkiliy-huquqiy asos yaratilganligi, xodim faoliyatini to‘g‘ri baholash usulini tanlash muhim hisoblanadi.*

**Kalit so‘zlar:** davlat boshqaruvi, inson resurslari, mehnat faoliyati, kompetensiya, inson resurslarini baholash, samaradorlik, natijadorlik.

УДК 351/354

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Хужакулов Уктам Рустам угли**-самостоятельный соискатель

Академии государственного управления при Президенте Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье необходимость оценки человеческих ресурсов в органах государственного управления исследуется с научно-практической, научно-теоретической точек зрения. Проанализированы основные аспекты оценки человеческих ресурсов в*

государственных органах. Также на основе внедрения современных методов оценки человеческих ресурсов разработаны практические предложения и рекомендации по цифровизации отрасли.

В целом объем выполненной или показанной ими работы при оценке эффективности деятельности человеческих ресурсов; сложность поставленных задач; важно учитывать особенности должностных обязанностей возложенной на работника должности, а также результат работы, а также оценивать его профессиональные и управленческие компетенции.

Путем оценки человеческих ресурсов, разработки перспективных планов организации и результатов их реализации можно повысить доверие населения к государственным органам и учреждениям. В целях повышения эффективности деятельности органов государственного управления желательно обеспечить их личностное и профессиональное развитие путем оценки человеческих ресурсов, разработать четкую программу их карьерного роста.

Благодаря передовым технологиям в государственных органах и учреждениях резко изменились рабочие места, в связи с чем возникла необходимость в открытом и прозрачном методе оценки человеческих ресурсов. В целом традиционные методы оценки больше ориентированы на оценку личностных качеств человека, тогда как современные методы оценки трудовой деятельности уделяют больше внимания достижениям работника. С другой стороны, современные методы положительно влияют на систему оценки сотрудников. Сегодня необходимо эффективное использование цифровых технологий, чтобы сделать процесс оценки человеческих ресурсов беспристрастным в государственных органах и ведомствах.

Одним словом, важно создать организационно-правовую основу для эффективного использования современных методов оценки человеческих ресурсов в органах государственного управления, правильно выбрать метод оценки эффективности работы сотрудников

**Ключевые слова:** государственное управление, человеческие ресурсы, трудовая деятельность, компетентность, оценка человеческих ресурсов, эффективность, результативность

UDC 351/354

## THE CONTENT-ESSENCE OF HUMAN RESOURCES ASSESSMENT IN PUBLIC ADMINISTRATIVE BODIES

**Khujakulov, Uktam Rustam ugli**-Independent researcher

Academy of Public Administration under the President of the  
Republic of Uzbekistan, Tashkent city, Uzbekistan

**Abstract.** *In this article, the need to evaluate human resources in state administration bodies is studied from a scientific and practical, scientific-theoretical point of view. The main aspects of human resources assessment in state bodies were analyzed. Also, based on the introduction of modern methods of evaluating human resources, practical proposals and recommendations for digitization of the industry have been developed.*

*In general, the volume of work performed or shown by them in evaluating the efficiency of human resources activity; complexity of given tasks; it is important to take into account the characteristics of the duties of the position assigned to the employee, as well as the result of work, as well as to evaluate their professional and management competencies.*

*By evaluating human resources, the development of future plans of the organization and the result of its implementation can increase the trust of the population in state bodies and agencies. In*

*order to increase efficiency in the activities of state administration bodies, it is desirable to ensure their personal and professional development by evaluating human resources, to develop a clear program for their career growth.*

*Due to advanced technologies in government bodies and offices, workplaces have changed dramatically, and therefore there is a need for an open and transparent method of evaluating human resources. In general, traditional methods of evaluation are more focused on the evaluation of personal characteristics of a person, while modern methods of evaluation of labor activity pay more attention to the achievements of the employee. On the other hand, modern methods have a positive effect on the evaluation system for employees. Today, effective use of digital technologies is required to make the evaluation process of human resources impartial in state bodies and offices.*

*In short, it is important to create an organizational and legal basis for the effective use of modern methods in the evaluation of human resources in public administration bodies, and to choose the right method of employee performance evaluation.*

**Keywords:** *public administration, human resources, labor activity, competence, evaluation of human resources, efficiency, effectiveness*

## Kirish

Bugungi kunda davlat hokimiyati va boshqaruv organlari faoliyatida inson resurslarini baholash orqali ularni salohiyatini aniqlash va shu asosida mas'ul lavozimlarga jalb etish tizimini takomillashtirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi "O'zbekiston — 2030" strategiyasi to'g'risida"gi 158-son farmoni bilan tasdiqlangan "O'zbekiston — 2030" strategiyasining 81-moddasida "Davlat fuqarolik xizmatini meritokratiya, halollik va professionallik tamoyillari asosida tashkil etish" Bakiyev M.R. et. al., *Gidrotexnika Inshootlari*, 2 vols (Yangi asr avlodi, 2008), I. vazifasi belgilangan. Mazkur vazifadan kelib chiqib, Davlat organlari rahbarlari va ularning o'rinbosarlari faoliyatini jamoatchilik fikri asosida baholash amaliyotini yo'lga qo'yish, shuningdek, davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashning zamonaviy usullarini o'rganish asosida amaliyotga tadbiiq etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-fevraldagi PF-37-son Farmoni bilan tasdiqlangan 4-ilovasi "O'zbekiston — 2030" strategiyasining Qonun ustuvorligini ta'minlash, xalq xizmatidagi davlat boshqaruvini tashkil etish yo'nalishi bo'yicha 2024-yilga mo'ljallangan amaliy tadbirlar rejasiga kiritilgan 81-maqсадning 18, 21-bandlarida "Milliy kadrlar zaxirasida rahbarlik lavozimlariga nomzodlar sonini oshirish va istiqbolli boshqaruv kadrlarini saralab olish — TOP 100 dasturini amalga oshirish" [2] vazifalari belgilanganligi davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholash bo'yicha ilg'or xorij tajribasi va amaliyotini o'rganishni taqozo etadi.

## Adabiyotlar tahlili

Davlat organlari va idoralarda inson resurslaridan qanchalik samarali foydalanilganligini bilish uchun tashkilot salohiyatini baholash, undagi inson resurslarini mehnat faoliyatining yuqoriligini o'lchovchi indikatorlar va metodologiyani ishlab chiqish maqsadga muvofiq. Davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholash tashkilotning istiqbollari va muvaffaqiyatining asosidir.

Inson resurslarini baholash tizimida xodimlarni baholash usullari tadqiq qilgan rossiyalik tadqiqotchilar Y.S. Morozova va Y.S. Shatrovalar mehnat bozor rivojlanishi sharoitida xodimlarni baholash usullarini tahlil qilishib, inson resurslarini baholash usullarini tasniflashgan hamda ularning kamchiliklari va afzalliklarini o'rganishgan [2]. Ular inson resurslarini baholash usullarini ikki turi: "xodimlarning salohiyatini baholash" va "xodimlarni faoliyatni baholash"ning o'zaro bir-biri bilan bog'liqligini ta'kidlashadi. Ya'ni inson resurslarini baholash usullari xodimning mavjud salohiyatini, shaxsiy va kasbiy fazilatlarini baholashga, shuningdek xodimlarning hozirgi va kelajakdagi muammolarni hal qilishga tayyorligini baholashga imkon beradi deb ta'riflashadi.



Bizningcha inson resurslarini salohiyatini baholashda uning nafaqat boshqaruv salohiyati, balkim xulq-atvorining, uning axloqiy me'yorlarga amal qilishini ham baholash muhim ahamiyat kasb etadi. Ya'ni inson resurslarini sohalar kesimida kompetensiyaviy baholash tizimini joriy etish samaradorlikni oshiradi. Ta'kidlash joizki, kompetensiyaga asoslangan yondashuv tadqiqot, ilmiy va amaliy yo'nalish sifatida ham ichki, ham tashqi bozorda yangi raqobatdosh ustunliklarni yaratishning samarali usuli hisoblanadi [10].

Rossiyalik tadqiqotchi Y.Masalova zamonaviy sharoitda kadrlar sifatini baholashga milliy miqyosda va global kontekstda dolzarb va ayni paytda muammoli masalalardan biri sifatida qaraydi. Davlat darajasida mavjud inson resurslarining sifati va kelajakda ular qanday talablarga javob berishi kerakligi haqida tushuncha berishi kerak bo'lgan milliy tizimlar xususida fikr yuritgan. Inson resurslarini baholash tizimi asosida istiqbolda kadrlarda shakllanishi kerak bo'lgan sifatlar, fazilatlar va kompetensiyalar ro'yxatini doimiy ravshida yangilab borish kerakligini ta'kidlaydi [3].

Bunda inson resurslarini baholovchi davlat va nodavlat institutlarining hamkorligini ta'minlash va bu borada mavjud "Aqliy markaz"lar faoliyatidan samarali foydalanish maqsadga muvofiq.

Litvalik tadqiqotchilar V.Jolita va P.Palmiralar inson resurslarini baholash mezonlarini shakllantirish shartlari va talablarini o'rganishgan. Baholash mezonlarini shakllantirish shartlarini aniqlashda inson resurslarini baholash jarayonining tuzilishini tahlil qilishgan. Shuningdek, inson resurslariga qarashlarning rivojlanishi, davlat sektorining inson resurslarini rivojlantirish bo'yicha faolligini takomillashtirishda yuzaga keladigan muammolarni muhokama qilishgan. Mualliflarning fikricha, inson resurslarini baholash jarayoniga tayyorgarlik ko'rishda, baholash mezonlarini shakllantirishda faqat qonunlarda va tashkilotlarning hujjatlarida belgilangan talablarni baholash yetarli emas [4].

O'zbekistonda davlat fuqarolik xizmatida inson resurslarini baholashning huquqiy asosi sifatida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 3-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasida kadrlar siyosati va davlat fuqarolik xizmati tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5843-son farmoni qabul qilingan. Farmonda "Davlat fuqarolik xizmatida kadrlarni baholashda kasbiy sifatleri, ish faoliyatida ajralib turadigan xislatlarini odilona va obyektiv yondashish yo'li asosida eng munosib va qobiliyatli kadrlarni tegishli davlat idoralariga, bundan tashqari munosib kadrlarni adolat me'zonlari asosida boshqa munosib tashkilotlarga qabul qilish hamda ularning xizmat pog'onalari bo'yicha ko'tarilishini nazarda tutuvchi meritokratiya tamoyilini qo'llash maqsadga muvofiqdir" [5] – deb belgilab qo'yilgan.

Akademik Q.X.Abdurahmonov "Inson taraqqiyoti" nomli darsligida inson taraqqiyotini baholashning asosiy mezonlari va ularning xususiyatlari haqida so'z yuritib, "Inson salohiyatining mohiyati samarali mehnat faoliyatining iqtisodiy asosi sifatidagi xodimning raqobatbardoshligi hisoblanadi. Inson salohiyatiga ishlab chiqarishda ro'y beradigan ijtimoiy-iqtisodiy o'zgarishlar, innovatsiya jarayonlari o'z ta'sirini ko'rsatadi" [6] deb fikr bildirib o'tgan.

Umuman olganda inson resurslari faoliyati samaradorligini baholashda ular tomonidan bajarilgan yoki ko'rsatilgan ishlar hajmi; berilgan vazifalarning murakkabligi; xodim zimmasiga yuklatilgan lavozim majburiyatlarini xususiyatlari, hamda mehnat natijasini ham hisobga olish, shuningdek, ularning kasbiy va boshqaruv kompetensiyalarini ham baholash muhim ahamiyat kasb etadi.

### **Tadqiqot usullari**

Davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashning xos bo'lgan asosiy xususiyatlarini asoslab berish, davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholash zaruriyati ilmiy va amaliy, ilmiy-nazariy jihatdan o'rganish, baholashning asosiy jihatlari, inson resurslarini baholashning zamonaviy usullarini joriy etish asosida sohani raqamlashtirish bilan izohlanadi.

O'zbekiston davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashga doir tahlilida induksiya va deduksiya, tizimli tahlil, qiyosiy tahlil etish va taklif va tavsiyalar ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb masalalaridan sanaladi.

## Tadqiqot natijalari

Inson resurslarini baholash orqali tashkilotning istiqbol rejalarini ishlab chiqish va uni amalga oshirish natijasi aholining davlat organlari va idoralariga ishonchini oshirishi mumkin. Davlat boshqaruvi organlari faoliyatida samaradorlikni oshirish uchun inson resurslarini baholash orqali ularning shaxsiy va kasbiy rivojlanishini ta'minlash, ularni karyera trayektoriyasi bo'yicha o'stirib borishda aniq dastur-reja ishlab chiqarish maqsadga muvofiq.

Davlat organlarida kadrlar resurslarini baholash xodimlarni samarali boshqarish, davlat xizmatlari samaradorligi va sifatini oshirishning muhim vositasi hisoblanadi. Davlat organlarida inson resurslarini baholashning bir necha asosiy jihatlari mavjud bo'lib, quyidagilar ularga misol bo'la oladi:

**asosiy kompetensiyalarni baholash mezonlarini aniqlash:** davlat organlari faoliyatining o'ziga xos xususiyatlariga mos keladigan asosiy kompetensiyalar va xodimlarni baholash mezonlarini aniq belgilash zarur. Bu tashkiliy-huquqiy, moliyaviy-iqtisodiy, ijtimoiy-siyosiy, ma'muriy va shaxslararo munosabatlarda zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalarni o'z ichiga olishi;

**turli baholash usullaridan foydalanish:** attestatsiya, anketa, ish faoliyatini baholash (KPI), ish faoliyatini tahlil qilish, 360 graduslik fikr-mulohaza va boshqalar kabi inson resurslarini baholash uchun turli usullardan foydalanish mumkin [9]. Har bir usul o'zining afzalliklariga ega va muayyan vaziyatga qarab qo'llanilishi;

**motivatsiya va rag'batlantirish tizimini ishlab chiqish:** yuqori natijalarga erishish va kasbiy o'sishni rag'batlantiradigan xodimlarni motivatsiya va rag'batlantirish tizimini yaratish muhimdir. Bunga samarali natija uchun mukofotlar, kasbiy rivojlanish dasturlari, martaba oshirish imkoniyatlari va boshqa chora-tadbirlar;

**xodimlarning ehtiyojlari va fikr-mulohazalarini hisobga olish:** xodimlarning ehtiyojlari va talablarini hisobga olish, ularga o'z fikrlarini bildirish va o'z g'oyalarini taklif qilish imkoniyatini berish muhimdir. Bu ijobiy ish muhitini yaratishga yordam beradi, rahbariyat va xodimlar o'rtasida ishonchni mustahkamlash;

**natijalarni monitoring qilish va tahlil qilish:** inson resurslarini baholash natijalarini muntazam ravishda monitoring qilish va tahlil qilish kadrlar ishidagi tendensiyalar va muammolarni aniqlash hamda ularni tuzatish bo'yicha o'z vaqtida choralarni ko'rish imkonini beradi. Bu davlat organlari faoliyati natijadorligi va samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Davlat organlarida inson resurslari salohiyatini baholash ularning samarali faoliyatini ta'minlashda muhim o'rin tutadi va ko'rsatilayotgan davlat xizmatlari sifatini oshirishga xizmat qiladi.

## Muhokama natijalari

Davlat boshqaruvi organlarida inson resurslaridan samarali foydalanish mehnat, vaqt, pul xarajatlarni kamaytirish orqali yuqori natijadorlikka erishish imkonini beradi. Ya'ni davlat organlari va idoralarida inson resurslari samaradorligi bu xodim qilayotgan ishning tashkilot maqsadlari va belgilangan talablarga muvofiqligini anglatadi. Bunda ishni eng oqilona va tejamkor usullardan foydalangan holda bajarish va xodimning imkoniyatlaridan (qobiliyatlari, bilimlari, ko'nikmalari) to'liq foydalanishga e'tibor qaratish muhim. Buning uchun esa inson resurslari salohiyatini baholashda raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunda xodimlar faoliyati va salohiyati haqidagi ma'lumotlar (davomatini kuzatish, samaradorlik ko'rsatkichlari, kasbiy va boshqaruv salohiyatini baholash natijalarini) asosida ular haqida obyektiv ma'lumotlarni jamlash va umumlashtirish hamda asosli xulosalar chiqarish imkonini beradi.

Hozirgi vaqtda inson resurslarini baholash jarayoni faqat xodimning lavozimga ko'tarilishi yoki ish haqini oshirish bilan cheklanmaydi, balki tashkilot uchun xodimlarning kuchli va zaif tomonlarini to'g'ri baholash uchun yaxshi imkoniyatdir. Xodimlarni baholashning zamonaviy usullari xodimlarning ish samaradorligi, tashkilot talablariga javob berishini isbotlaydi.

Davlat organlari va idoralarida inson resurslari faoliyatini baholash jarayonini davlatning tarmoq yoki sohadagi siyosatidan kelib chiqib, o'zgarib turishi mumkin. Bunda inson resurslarining ishdagi faoliyatini va ma'lum bir vaqt oralig'ida tashkilot muvaffaqiyatiga qo'shgan umumiy hissasini ko'rib chiqish asosida "tashkilot yillik rejasini bajarilishini ko'rib chiqish", "xodimlarni mehnat salohiyatini baholash", "xodimlar faoliyat natijalarini baholash", "xodimlarning boshqaruv faoliyatini baholash"ga e'tibor qaratiladi. Bu xodimning ko'nikmalarini, yutuqlarini va o'sishini yoki unumdorlik yetishmasligini baholaydi va ularni yaxshilash uchun yo'l ochadi. Butun jarayon tashkilotlarga kelajak uchun o'z faoliyatlarini samarali rejalarini ("Yo'l xarita"lari)ni ishlab chiqishga yordam beradi.

Rivojlangan davlatlar tajribasiga tayaniladigan bo'lsa, inson resurslari faoliyatni baholashning zamonaviy usullaridan samarali foydalaniladi. Jumladan:

- faoliyat natijani baholash usuli;
- reyting usullari;
- juftlashgan taqqoslash;
- ish sharoiti (ish joyi)da tekshirish usuli;
- esse usuli;
- maxfiy hisobot;
- rotatsiya usuli;
- tanqidiy tahlil usuli [7].

Davlat organlari va idoralarida ilg'or texnologiyalar tufayli ish joylari keskin o'zgardi va shuning uchun inson resurslarini ochiq va shaffof baholash usuliga ehtiyoj seziladi. Umuman olganda, an'anaviy baholash usullari ko'proq shaxsning shaxsiy xususiyatlarini baholashga qaratilgan bo'lsa, mehnat faoliyatini baholashning zamonaviy usullari xodimning yutuqlariga ko'proq e'tibor beradi [8]. Boshqa tomondan, zamonaviy usullar xodimlarni baholash tizimiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bugungi kunda davlat organlari va idoralarida inson resurslarini baholash jarayonini xolislikni ta'minlash uchun raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish talab etiladi.

## Xulosa

Inson resurslarini baholash tizimi tashkilotdagi barcha xodimlar faoliyatiga aloqador, ya'ni inson resurslarini baholash tizimidan kadrlarni qidirish va tanlash, ishga qabul qilish, moslashtirish, xodimlarni sertifikatlash, murabbiylik, kadrlar zaxirasini shakllantirish, rotatsiya, o'zgartirish va ishdan bo'shatish jarayonlarida foydalaniladi. Odatda, inson resurslarini baholash rejalashtirilgan hodisa bo'lib, tashkilotning ichki hayotiga mustahkam integratsiyalangan. Ba'zida u maxsus voqealar munosabati bilan amalga oshiriladi — masalan, tashkilotda (institutsonal, strukturaviy va funksional) o'zgarishlar (qayta tashkil etish) jarayonida kuzatiladi.

Xulosa qilib aytganda, davlat boshqaruvi organlarida inson resurslarini baholashda zamonaviy usullardan samarali foydalanish uchun xodim faoliyatini to'g'ri baholash muhim hisoblanadi. Buning uchun quyidagi jihatlarga e'tibor qaratish maqsadga muvofiq:

**birinchidan**, davlat organlari va idoralarining faoliyat turidan kelib chiqib, baholash usullarini to'g'ri tanlash. Inson resurslarini baholash tizimini raqamlashtirish va dasturiy ta'minoti (masalan: 151 EYE, PeopleForce -platformalari)ni yaratish;

**ikkinchidan**, har bir soha va tarmoq uchun inson resurslarini baholashning tashkiliy huquqiy asoslarini yaratish. Inson resurslarini malaka va bilimlarini baholash milliy tizimining xalqaro miqyosda tan olinishini ta'minlash;

**uchinchidan**, davlat organlari va idoralarida xodimlarning malakasini baholash markazlari (bo'limlari) faoliyatini tashkil qilish. Amaldagi inson resurslari malakasini oshirish va reyting baholash tizimini takomillashtirish lozim;

**to'rtinchidan**, ishga qabul qilishda, sinov muddati tugaganda; bo'sh lavozimni egallash uchun tanlov o'tkazishda, kadrlar zaxirasini shakllantirish, korxonaning muammolarini hal qilish uchun muhim bo'lgan vakolatlar bo'yicha xodimlarning hozirgi va potensial rivojlanish darajasini

aniqlashda va boshqaruv xodimlarini tayyorlashda inson resurslarini muntazam baholab borish maqsadga muvofiqdir.

### Adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentyabrdagi PF-158-son Farmoni // <https://lex.uz/docs/6600413>
- [2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-fevraldagi PF-37-son Farmoni // <https://lex.uz/docs/6811936>
- [3] Морозова Елена Сергеевна, Шатрова Екатерина Сергеевна. Современные методы оценки персонала в системе управлений человеческими ресурсами // Региональное развитие, 2015. №4 (8). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-otsenki-personala-v-sisteme-upravleniya-chelovecheskimi-resursami>.
- [4] Масалова, Юлия. (2019). Оценка качества человеческих ресурсов в условиях формирования Национальной системы квалификаций. *Russian Journal of Labor Economics*. 6. 1043. 10.18334/et.6.3.40846.
- [5] Vveinhardt, Jolita & Papšienė, Palmira. (2013). The Structure of Human Resources Assessment Process: Conditions for Criteria Formation. *Business and Management Research*. 2. 69-84. 10.5430/bmr.v2n2p69
- [6] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 3-oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasida kadrlar siyosati va davlat fuqarolik xizmati tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5843-son farmoni // <https://lex.uz/docs/4549998>
- [7] Inson taraqqiyoti. Darslik. I.f.d., prof. Q.X. Abdurahmonov tahriri ostida . – T.: Fan va texnologiya, 2014. – 115 b.
- [8] Modern Performance Appraisal Methods // <https://www.pockethrms.com/blog/7-modern-performance-appraisal-methods/>
- [9] Carter, L. M. (2018). "Breaking Down Hierarchies: The Challenges of Flatter Organizational Structures." *Journal of Business Administration Research*, 22(1), 45-63. doi:10.1108/jbar.2018.123456
- [10] Yang, J., & Davis, P. A. (2016). "Micromanagement in the Age of Autonomy: Balancing Control and Employee Empowerment." *Leadership & Organization Development Journal*, 37(3), 89-106. doi:10.1108

UO‘K 339.466.54

## AUTSORSING XIZMATLARIDAN MAKTABGACHA TA'LIM TASHKILOTLARIDA FOYDALANISH XAVFI, SAMARADORLIGI VA SIFATINI BAHOLASH TAHLILI

**Ergasheva Nasiba Raxmatullayevna**-mustaqil izlanuvchi (DSc), ORCID: 0009-0002-6479-6709,  
E-mail: [nasibaergasheva1988@gmail.com](mailto:nasibaergasheva1988@gmail.com)

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

**Annotatsiya.** *Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash muammolari va ularning yechimini topish hozirgi vaqtda eng dolzarb masalalardan hisoblanadi. Maqolada maktabgacha ta'lim tashkilotlarida 3-6 yoshdagi bolalarni ovqatlantirish, dars berish hamda har xil mashg'ulotlar bilan shug'ullantirishda xizmatlarning xavf darajasini pasaytirish hamda samaradorlik va sifatni oshirishda mijoz tomonidan autsorsing xizmatlar bozorini tanlash, autsorsing shartnomasini tuzish va boshqarish jarayonlari bo'yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar keltirilgan.*

*Ushbu muammolarni hal qilishning AMUI (autsorsing, mijoz, uchinchi tomon va integratsiyalashgan) usulidan foydalanish maqsadga muvofiqligi ishlab chiqilgan.*

*Tadqiqot jarayoniga ko'ra, autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash AMUI usulidan foydalanish natijasida xavf darajasining pasayishi, sifat va samaradorlikning oshishi namoyon bo'lgan.*

*Maktabgacha ta'lim tashkilotlarining tegishli faoliyat sohasidagi eng raqobatbardosh va samarali faoliyat ko'rsatayotgan tashkilotlarni jalb qilish orqali kam xarajat evaziga innovatsion texnologiyalardan foydalanish imkoniyati ta'minlandi, barcha resurslaridan foydalanish samaradorligi va ularni kamaytirish imkoniyatlarini oshirish amalga oshirildi.*

**Kalit so'zlar:** *autsorsing, autsorser, maktabgacha ta'lim tashkiloti, xavf, samaradorlik, sifat, autsorsing xizmat, baholash, narx, autsorsing narxi.*

УДК 339.466.54

## АНАЛИЗ РИСКА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АУТСОРСИНГОВЫХ УСЛУГ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

**Эргашева Насиба Рахматуллаевна** – самостоятельный соискатель (DSc)

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

**Аннотация.** *Проблема оценки риска, эффективности и качества использования в дошкольных образовательных организациях, включая цели и задачи аутсорсинговых услуг, является одним из наиболее актуальных вопросов на данный момент, поскольку питание, обучение и разнообразная деятельность детей от 3 до 6 лет в дошкольных образовательных организациях является важной. Представлены научно обоснованные предложения и рекомендации по выбору клиентом рынка аутсорсинговых услуг, заключению аутсорсингового договора и процессам управления для снижения уровня рисков и повышения эффективности и качества услуг.*

*Разработана целесообразность использования АКСИ (аутсорсингового, клиентского, стороннего и интегрированного) метода решения этих задач.*



*По данным исследования, применение АКСИ метода оценки риска, эффективности и качества использования аутсорсинговых услуг в дошкольных образовательных организациях показало снижение уровня риска, увеличение качества и эффективности.*

*За счет привлечения наиболее конкурентоспособных и эффективных организаций дошкольного образования в соответствующей сфере деятельности была обеспечена возможность использования инновационных технологий с низкими затратами, повышена эффективность использования всех ресурсов и возможности их сокращения.*

**Ключевые слова:** аутсорсинг, аутсорсер, организация дошкольного образования, риск, эффективность, качество, аутсорсинговые услуги, оценка, цена, стоимость аутсорсинга.

UDC 339.466.54

## **ANALYSIS OF RISK, EFFECTIVENESS AND QUALITY ASSESSMENT OF THE USE OF OUTSOURCING SERVICES IN PRESCHOOL EDUCATIONAL ORGANIZATIONS**

**Ergasheva, Nasiba Rakhmatullaevna** - Independent researcher (DSc)

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The problem of evaluating the risk, efficiency and quality of use in preschool educational organizations, including the goals and tasks of outsourcing services, is one of the most urgent issues at the moment, because feeding, teaching and various activities of children aged 3-6 in preschool educational organizations Scientifically based proposals and recommendations are presented on the selection of the outsourcing services market by the client, the conclusion of the outsourcing contract and the management processes to reduce the level of risk and increase the efficiency and quality of services.*

*The feasibility of using the ACTI (outsourcing, customer, third party and integrated) method of solving these problems has been developed.*

*According to the research process, the use of ACTI method of assessing the risk, efficiency and quality of using outsourcing services in preschool educational organizations showed a decrease in the level of risk, an increase in quality and efficiency.*

*By attracting the most competitive and efficient organizations of preschool education organizations in the relevant field of activity, the opportunity to use innovative technologies at a low cost was provided, the efficiency of using all resources and the possibility of reducing them was increased.*

**Keywords:** *outsourcing, outsourcer, preschool education organization, risk, efficiency. quality, outsourcing service, evaluation, price, outsourcing cost.*

### **Kirish**

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida aoutsorsingni tashkil etishning zamonaviy shakllari, dunyo aoutsorsing xizmatlari bozori va uning geografiyasidagi asosiy tendensiyalar, maktabgacha ta'lim tashkilotlarining ahamiyati, tarkibi va o'ziga xos xususiyatlari, maktabgacha ta'lim tashkilotlarini ta'minlashning sifat jihatidan baholash mezonlari, aoutsorsing xizmatlarini rivojlantirish yo'nalishlari, aoutsorsingni tashkil etishda innovatsion yondashuvlar va raqamli texnologiyalardan foydalanish kabilar bu borada amalga oshirilayotgan ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan hisoblanadi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlari-mamlakatimizdagi uzluksiz ta'lim tizimining boshlang'ich bo'g'inidir. Bu maktabgacha ta'lim tashkilotlariga 3-7 yoshli bolalarni qabul qilinadi. Maktabgacha ta'lim tashkilotlarining asosiy vazifasi beg'ubor, murg'ak qalbli yosh bolalarni sog'lom o'stirish, umuminsoniy qadriyatlar asosida tarbiyalash, yoshiga mos ravishda zamonaviy bilim va tarbiya berish hamda ma'naviy yuksaltirishdan iboratdir. Natijada yosh bolalarni maktabgacha ta'lim

tashkilotlariga qamrab olish darajasi 2023-yilda 3-7 yoshli bolalarni maktabgacha ta'lim bilan qamrab olish darajasi 74,4 foizga, jumladan, 6 yoshli bolalarni maktabgacha tayyorlov tizimi bilan qamrab olish darajasi 92 foizga yetkaziladi. Bolalar bog'chalaridagi mutaxassis pedagoglar bolalarning qobiliyati imkoniyatlarini aniqlab, qiziqishlarini o'rganib, ota-onalarga bolalar tarbiyasi bo'yicha zaruriy tavsiyalar berishi lozim. Shuning uchun ham ota-onalar maktabgacha ta'lim tashkilotlari bilan muntazam aloqada bo'lislari kerak.

O'zbekiston iqtisodiyotida outsorsing xizmatlari yaqin yillarda paydo bo'ldi. Bu outsorsing shartnomalarini faol ravishda tuzishni boshlagan mahalliy tashkilot va kompaniyalar uchun yangi xizmat ko'rsatish sohasi. Fikrimizcha, outsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash mahalliy amaliyotda tarqalishini cheklovchi omillardan biri – ulardan foydalanishning ishlab chiqilgan to'g'ri mexanizmining yo'qligi hisoblanadi.

Shu munosabat bilan biz ushbu sohani o'rganishni, tashkilot va kompaniyalar rahbarlarining xato va kamchiliklarga yo'l qo'ymasliklari uchun outsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholashning eng muhim nuqtalarini aniqlashni zarur deb hisoblaymiz. Bunda maktabgacha ta'lim tashkilotlariga ushbu xizmat turidan amalda foydalanish imkonini beruvchi mantiqiy o'ziga xos harakatlar tizimi sifatida ko'rib chiqishni taklif qilmoqchimiz.

### **Mavzuga oid adabiyotlar tahlili**

Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash muammosi va ularni amaliyotga joriy etishga bag'ishlangan ishlanmalar tahlili, shuningdek, outsorsing xizmatlaridan foydalanish mexanizmi muammosini o'rganish xorijiy va mahalliy iqtisodchi olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Maktabgacha ta'lim tashkilotlari soni va ulardagi joylar sonining ko'payib, bolalarni qamrab olish darajasining oshishida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016-yil 29-dekabrda "2017-2021 yillarga maktabgacha ta'lim tashkilotlari tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori [1] muhim ahamiyatga ega bo'ldi. Bu Qaror asosida maktabgacha ta'lim tizimini rivojlantirish Dasturi qabul qilinib, unga asosan davlat, davlat-sherikchilik, xususiy va oilaviy maktabgacha ta'lim tashkilotlari bilan ta'minlash belgilangan edi.

Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash masalalari ko'pgina iqtisodchi olimlar, jumladan Gilmiyarova M.R. [2], Fedorova YE.A., Yermolov A.V. [3], Korneychik M., Lyasuskaya N. [4], Vasilyev A.S., Mirgorodskaya T.V. [5], Yeskova L.F., Drozd A.M., Manevich A.V. [6], Pardayev M.Q. [7], Urazov B.K. [8] tomonidan tadqiq qilinib kelmoqda. Ushbu olimlar va boshqalar. Ushbu tadqiqot yo'nalishining o'ziga xos xususiyati shundaki, mavjud xorijiy va mahalliy ilmiy ishlarning aksariyati faqat outsorsing xizmatlari bozorining ayrim segmentlariga qaratilgan. Bu asosan outsorsingning ma'lum bir turidan foydalanish va u bilan bog'liq muammolarga tegishli tadqiqotlardir.

Autsorsing sohasida olib borilayotgan nazariy tadqiqotlar va O'zbekiston Respublikasi tashkilotlari tomonidan to'plangan juda kam amaliy tajribaga qaramay, outsorsing xizmatlaridan sifatli foydalanish mexanizmi rivojlanish yo'lida bormoqda. Ushbu masala bo'yicha ilmiy ishlarning juda kamligi maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmatlaridan foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash faoliyatini ishlab chiqadigan chuqur va tizimli tadqiqotlar olib borishni taqozo etmoqda.

### **Tadqiqot metodologiyasi**

Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash tahlili qilish asosida outsorsing xizmatlaridan foydalanish mexanizmini ishlab chiqish va amaliyotga qo'llashning uslubiy ta'minotini yaxshilashga qaratilgan masalalar, mantiqiy fikrlash, qiyosiy tahlil, so'rovnoma, iqtisodiy tahlillash va tizimli tahlil bilan izohlanadi.

## Tahlil va natijalar

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmatlaridan foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash outsorsing loyihalaridan foydalanish mexanizmida xavflarni boshqarishning eng muhim bosqichlaridan biridir. Iqtisodiy adabiyotlarda bu konsepsiyaning ko'plab ta'riflari mavjud. Biroq, umumiy holatda, xavf deganda xavf omillari va turlarini aniqlash va ularni miqdoriy baholashning tizimli jarayoni tushuniladi. Demak, xavflarni tahlil qilish metodologiyasi bir-birini to'ldiruvchi sifat va miqdoriy yondashuvlarni birlashtiradi. Shu bilan birga, xavfni sifatli tahlil qilishning asosiy vazifasi xavfning manbalari va sabablarini, uning paydo bo'lish bosqichlari va ishlarini aniqlashdir.

Xavf – bu ehtimollik toifasi, shuning uchun noaniqlikni baholash va uning darajasini miqdoriy aniqlash jarayonida ehtimollik hisob-kitoblari qo'llaniladi. Bunday baholash outsorsing loyihasidan foydalanish maqsadga muvofiqligi to'g'risida qaror qabul qilish uchun keyingi tahlil obyekti bo'ladigan yo'qotishlar nuqtai nazaridan eng mumkin bo'lgan xatarlarni va yo'qotishlar bo'yicha muhimlarni aniqlash imkonini beradi. Ehtimollarni baholash, shuningdek, namunaviy tadqiqotlarning amaliy imkoniyatlarini aniqlashga va kelajakdagi harakatlarni bashorat qilishga yordam beradi. Bunday munosabatlarni o'rganish ular qat'iy, funksional bog'liq emasligi bilan murakkablashadi. Ushbu o'zgaruvchiga ta'sir qiluvchi barcha asosiy omillarni (masalan, foyda, xavf) aniqlash juda qiyin bo'lishi mumkin. Ushbu o'zaro ta'sirlarning aksariyati tasodifiy, noaniq va statistik kuzatishlar soni bilan cheklangan. Bunday sharoitda matematik statistika (ya'ni ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish nazariyasi) iqtisodiy modellarni qurish va ularning parametrlarini baholash, iqtisodiy ko'rsatkichlarning xususiyatlari va ularning o'zaro bog'liqlik shakllari to'g'risidagi farazlarni sinab ko'rish imkonini beradi, bu esa pirovard natijada xizmat qiladi. Iqtisodiy tahlil va prognozlash uchun asos bo'lib, asoslangan iqtisodiy qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, outsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida foydalanish xavfini sifatli baholashdan maqsad ham moliyaviy, xo'jalik va boshqaruv faoliyatiga ta'sir ko'rsatadigan xavflarning asosiy turlarini aniqlashdir. Ushbu yondashuvning afzalligi shundaki, tahlilning dastlabki bosqichida maktabgacha ta'lim tashkilot rahbari xavflarning miqdoriy tarkibi bo'yicha xavf darajasini vizual ravishda baholashi mumkin va bu holatda u ma'lum bir qarorni amalga oshirishdan bosh tortishi mumkin.

Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida sifatli xavfning sifatli tahlilining yakuniy natijalari, o'z navbatida, miqdoriy tahlil uchun dastlabki ma'lumot bo'lib xizmat qiladi, ya'ni faqat qaror qabul qilish algoritmining muayyan operatsiyasini amalga oshirish jarayonida mavjud bo'lgan xavflar baholanadi.

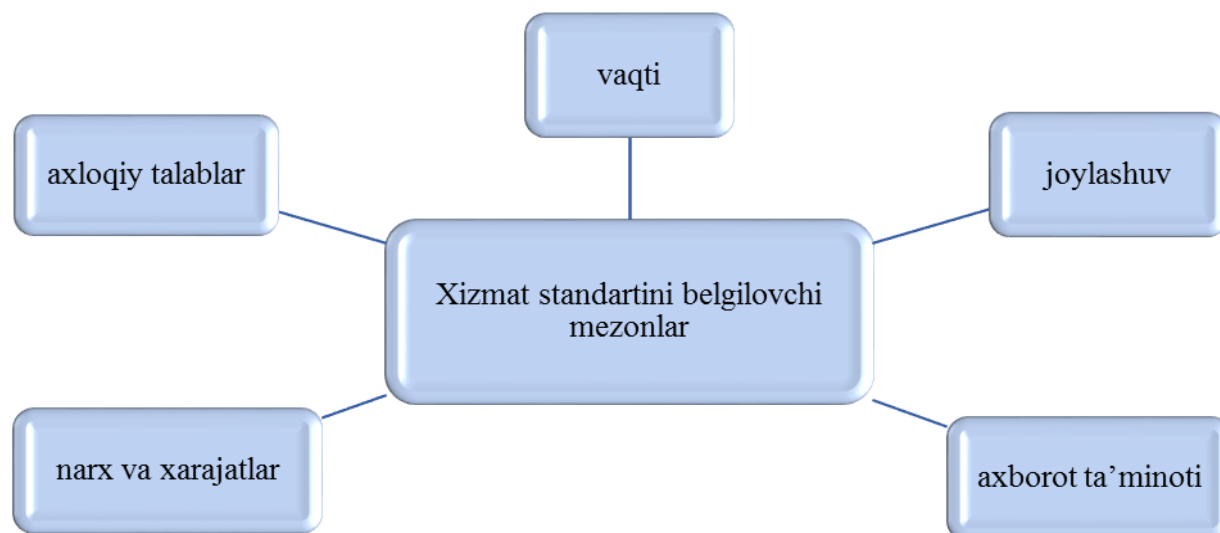
Miqdoriy xavfni tahlil qilish bosqichida uning raqamli qiymatlari hisoblanadi. Mumkin bo'lgan zarar ham aniqlanadi va uning namoyon bo'lishining xarajatlar smetasi beriladi. Nihoyat, miqdoriy baholashning yakuniy bosqichi xavfga qarshi choralar tizimini ishlab chiqish va ularning xarajatlar ekvivalentini hisoblashdir. Miqdoriy xavfni tahlil qilishning eng keng tarqalgan usullari statistik, analitik, ekspert baholash usuli, analogiya usulidir.

Autsorsing xavfini miqdoriy baholashning roli, agar muqobil yechimlar to'plamidan eng katta foyda keltiradigan optimalni tanlash mumkin bo'lganda sezilarli darajada oshadi. Xavfni minimallashtirish maqsadlariga muvofiq eng kam xarajat va yo'qotish bilan eng yaxshi natijaga erishish ehtimoli. Bu yerda ko'rib chiqilayotgan outsorsing jarayonlarining elementlarini aniqlash, miqdoriy baholash, baholash va taqqoslash, iqtisodiy ko'rsatkichlar tizimida ularning tavsifi bilan munosabatlarni, tendensiyalarni, qonuniyatlarni aniqlash kerak.

Sifat ko'rsatkichlarini tahlil qilish ularni baholash tizimini shakllantirishni o'z ichiga oladi. Mijozlarning qoniqish darajasini baholash usullari sohasidagi tadqiqotlar bilan chambarchas bog'liq bo'lgan sifat parametrlarini aniqlash va baholash masalalariga ham qator ilmiy tadqiqotlar bag'ishlangan. Bu kabi tadqiqotlarda mijozlar ehtiyojini qondirish va ularning qoniqish konsepsiyasi xizmat sifati tushunchasini o'z ichiga qamrab oladi.

Sifat parametrlarini baholashdagi muammolar va murakkabliklar baholash mezonlarini rasmiylashtirish, umumlashtirish va tahlil qilish, shuningdek, ularni o'lash usullarini aniqlash kabilar bilan bog'liq hisoblanadi. Xizmatlar sifatini baholashning mavjud usullarining asosiy kamchiliklari ko'pincha ishlab chiquvchilarning muammolarni hal qilishga yetarlicha e'tibor bermasligi va baholash tizimiga kiritilgan muhim parametrlarni tanlashning xizmatlar ko'lamiga bog'liqligi bilan izohlanadi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida xizmat ko'rsatish standarti quyidagilarga nisbatan xizmat ko'rsatish tizimining mijozlar bilan o'zaro ta'siriga qo'yiladigan talablarni belgilaydigan me'yoriy shaklda o'rnatilishi kerak. Ya'ni, xizmat standartini belgilashda quyidagi mezonlarga tayanish lozim bo'ladi (1-rasm).



**1-rasm. Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmat ko'rsatish standartlarini belgilovchi mezonlar<sup>1</sup>.**

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida xizmat ko'rsatish vaqti deganda nafaqat xizmat foydalanish uchun sarflangan vaqt, balki mazkur xizmatdan foydalanish uchun belgilangan joyga yetib borish bilan bog'liq vaqtni ham inobatga olish lozim. Maktabgacha ta'lim tashkilotlarini amalga oshirishda bunga o'xshash ko'plab muammolar vujudga kelgan, xizmat narxi arzon, ammo u ko'rsatiladigan manzilga yetib borish ancha vaqt va xarajat talab qiladi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida ko'rsatiladigan outsorsing xizmatining joylashuvini ham hisobga olish lozim, ya'ni mijozlar guruhlari uchun transportdan foydalanish imkoniyatlari bir-biriga yaqin bo'lishi lozim, shuningdek, joylashuv nuqtai nazaridan hudud va binolarga kirish imkoniyatlari hisobga olinishi lozim.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida xizmat haqidagi ma'lumotlar to'liq va ishonchli bo'lishi, ko'rsatilgan xizmatlarning berilgan axborotlarga mos tushishi talab qilinadi. Bunda xizmat ko'rsatish qoidalari, mijozlarning huquqlari, nomaqbul sifat va xizmatlar hajmi uchun da'vo arizasi berish tartibi va boshqalarning ishonchliligi ta'minlanishi lozim. Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmat narxi va undan foydalanish bilan bog'liq qo'shimcha xarajatlar, maktabgacha ta'lim tashkilotlarining ayrim toifalari uchun belgilangan imtiyozlar to'g'risidagi ma'lumotlarning mavjudligi muhim ahamiyat kasb etadi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlariga outsorsinglar xizmatlarini ko'rsatish sifatini kompleks baholashning mazmunli tahlili quyidagi asosiy usullarni aniqlash imkonini beradi:

a) haqiqatda ko'rsatiladigan maktabgacha ta'lim tashkilotlari outsorsing sifatini mavjud standartlariga muvofiqligini monitoring qilish;

<sup>1</sup> Manba: muallif ishlanmasi

b) ko'rsatilayotgan xizmat sifatini aniqlash bo'yicha iste'molchilar fikrini o'rganish, sotsiologik tadqiqotlar;

v) ko'rsatilgan maktabgacha ta'lim tashkilotlari outsorsing xizmatlarining sifat standartlariga muvofiqligini tekshirish bo'yicha nazorat choralari ishlab chiqish va amalga oshirish.

Amaldagi sifatni baholash usullarini tadqiq qilish shuni ko'rsatadiki, aksariyat holatlarda ko'rsatiladigan maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmatlari sifatini baholash so'rovnomalar monitoringi, sotsiologik so'rovlar qo'llaniladi, shu bilan birga, maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmatlarini ko'rsatish sifatini baholash uchun foydalaniladigan barcha parametrlar to'plami shartli ravishda ikkita asosiy guruhga bo'linadi:

a) avtomatik ravishda olinishi mumkin bo'lgan ma'lumotlar to'plamini aniqlash. Ushbu guruh uchun quyidagi parametrlarni ajratish mumkin: outsorsing xizmatni qabul qilish vaqti; rejalashtirilgan vaqti; xodimlarning xatti-harakatlari ustidan shikoyat qilish imkoniyati; maktabgacha ta'lim tashkilotlarida xizmatlar ko'rsatishda tovarlar va xizmatlarni iste'mol qilish normalariga rioya qilish va boshqalar;

b) ekspert baholash. Bunday holda maktabgacha ta'lim tashkilotlari outsorsing xizmat ko'rsatish sifatini baholash uchun ishlatiladigan asosiy parametrlar to'plami: iste'molchi uchun xizmatdan foydalanish imkoniyati; xodimlar malakasi; xizmatdan qoniqish darajasi; xizmat ko'rsatish shartlari: qulaylik, xushmuomalalik va boshqalar; outsorsing xizmatlarini ko'rsatishdagi tartib-qoidalarga rioya qilinishi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsingni amalga oshirish natijalarini baholashda ushbu parametrlar majmuasidan foydalanish outsorsing xizmatlari sifatini oshirishning asosiy vositalaridan biri sifatida qaralishi lozim. Yuqorida ta'kidlanganidek, outsorsing qo'shimcha raqobatdosh ustunliklarni ta'minlaydigan biznes jarayonlarini boshqarishning zamonaviy modelidir, shu bilan birga, maktabgacha ta'lim tashkilotlarida xizmat ko'rsatish samaradorligini oshirish uchun xususiy kompaniyalarning zaxiralaridan foydalanish ushbu afzalliklarning asosiy manbai hisoblanadi.

Autsorsingga topshirilgan maktabgacha ta'lim tashkilotlari sifatini o'lchash tartibini quyidagi asosiy bosqichlar bilan tavsiflash mumkin: 1) baholash holatini aniqlash; 2) ko'rsatkichlar tizimini shakllantirish; 3) xususiyatlarni o'lchash uchun shkalani shakllantirish; 4) taqqoslash asosini tanlash va asoslash; 5) yagona ko'rsatkichlarni yig'ish. Baholash holatini aniqlash bosqichida baholash subyektlarini belgilash talab qilinadi, shuningdek cheklovchi omillar aniqlanadi. Baholash holatiga nisbatan aniqlik ikki yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin.

**Birinchi yondashuv** – maktabgacha ta'lim tashkilotlari muhim belgilari va xususiyatlarini aniqlash va ularni tasniflash. **Ikkinchi yondashuv** — maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing jarayonlar majmui sifatida taqdim etishga asoslanadi va ushbu xizmatdagi individual jarayonlarni va ularning muhim xususiyatlarini taqsimlashni o'z ichiga oladi.

Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmatining tanlangan xususiyatlarini o'lchash uchun shkalani shakllantirish bosqichi ko'rsatkichlarni belgilashni o'z ichiga oladi. Bular tashqi ajralib turadigan ko'rsatkichlari, masshtab turini aniqlash (nominal, tartibli, intervalli), o'lchov birliklari (bo'linmalar soni), shuningdek, birlamchi o'lchovning haqiqiyliigi, mustahkamligi va aniqligini tekshirish.

Asosiy bosqichlardan biri – bu taqqoslash bazasini tanlash, individual va o'rtacha hisob-kitoblar bo'lishi mumkin. O'rtacha baholar me'yoriy, indeksli, istiqbolli, ideal, reagnostik yoki prognostik ma'lumotlardan foydalanishga asoslangan va boshqalar sifatida tuzilishi mumkin. Maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing xizmati sifatini baholash shkalasi sifatida 0 dan 1 gacha yoki 0 dan 100 gacha bo'lgan oraliqda normallashtirilgan shkalalardan foydalanish, keyinchalik baholashning yakuniy natijalarini to'rt daraja intervalli shkalaga qisqartirish tavsiya etiladi (jadval).

Shuni alohida ta'kidlash mumkinki, bir vaqtning o'zida maktabgacha ta'lim tashkilotlarida outsorsing sifatiga qo'yiladigan talablar, ularning normativ va haqiqiy qiymati, sifat talablaridan chetga chiqish ko'rsatkichlari taqqoslanadi.



**Jadval**

**Autsorsing bilan shug‘ullanuvchi korxonaga topshirilgan maktabgacha ta’lim tashkilotlari sifatini baholashning taxminiy shkalasi<sup>2</sup>**

Baho	Interval (umumiy masshtabdagi ulushi, foiz)	Sifat
Baho 1	0-50	Autsorsing sifati maktabgacha ta’lim tashkilotlarida sifat standartiga minimal darajada mos keladi
Baho 2	50-80	Maktabgacha ta’lim tashkilotlarida autsorsing sifat standarti ma’lum darajada buzilgan holda taqdim etiladi. Buni osongina tuzatish mumkin.
Baho 3	81-90	Autsorsing sifati umumiy hisobda maktabgacha ta’lim tashkilotlarining sifat standartiga mos keladi.
Baho 4	91-100	Autsorsing sifati maktabgacha ta’lim tashkilotlarining sifat standartlariga to‘liq mos keladi

Autsorsingga topshirilgan maktabgacha ta’lim tashkilotlarida autsorsing ko‘rsatish sifatining yakuniy bahosini olish uchun normallashtirish mexanizmlari, ustuvor baholash tartib-qoidalari, yagona ko‘rsatkichlarni yig‘ish va ulardan foydalangan holda barcha mezonlar uchun baholash qiymatlarini birlashtirish kerak, bu ma’lumotlarni umumlashtirish va integral ko‘rsatkichlarni hisoblash imkonini beradi.

Shunday qilib, maktabgacha ta’lim tashkilotlarida autsorsing sifatini o‘lchash va baholashning mavjud usullarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ular asosan xizmatlar ko‘rsatish tizimlari va muddatining tashqi bahosini olishga (ya’ni iste’molchi nuqtai nazaridan baholash) qaratilgan.

Maktabgacha ta’lim tashkilotlari autsorsingga topshiriladigan xizmatlarining sifatini o‘lchash uchun mutaxassislar rahbarlik qilishi kerak bo‘lgan yagona baholash va chora-tadbirlar tizimini joriy etish kerak. Faqat bu holatda xizmatlar sifati ko‘rsatkichlari haqida gapirish mumkin bo‘ladi. Shu sababli olingan natijalarga asoslangan holda qaysi xizmatlarning autsorsingga o‘tkazilishi kerakligini asoslash lozim.

Shu bilan birga, ushbu ro‘yxatga kiritilgan barcha xizmatlar osongina o‘lchanadigan, standartlashtirilgan bo‘lishi kerak, xizmatlarning turli sinflari va holatlariga mos kelishi va ularni baholash jarayonida muhim ishni talab qilmasligi kerak. Faqat bu holatda maktabgacha ta’lim tashkilotlarining sifat halqasini olish mumkin. Biroq bu holda maktabgacha ta’lim tashkilotlari bilan bog‘liq barcha jarayonlarga, shu jumladan, xizmatlar sifati siklida ishlaydigan uchta asosiy jarayonga (marketing, dizayn va xizmatlar ko‘rsatish) operatsion talablarni belgilash uchun sifat tizimining metodologiyasini yaratish talab qilinadi.

Autsorsing xizmatlarining samaradorligi, kelajakda e’tiborga olinishi kerak, ya’ni shartnomani bajarish va yakunlashdan keyin buyurtmachi kompaniyadagi vaziyat qanchalik yaxshilandi. Biroq muzokaralar jarayoni bosqichida autsorsing xizmatlarining samaradorligini mijoz-kompaniyaning potensial yoki haqiqiy xarajatlari va autsorsing narxi nuqtai nazaridan baholash tavsiya etiladi.

Autsorsing xizmatlari bozori amaliyotida keltirilgan usullardan, bizning fikrimizcha, quyidagi:

- daromadning oddiy (hisob-kitob) normasi usuli;
- loyihaning ichki rentabelligini baholash usuli;
- loyihaning sof joriy qiymatini baholash usullaridan foydalanish eng maqbuldir.

**Xulosa**

Autsorsing xizmatlaridan maktabgacha ta’lim tashkilotlarida foydalanish xavfi, samaradorligi va sifatini baholash quyidagi natijalarga erishish maqsad qilinadi:

- maktabgacha ta’lim tashkilotlari faoliyatini mos vazifalariga yo‘naltirishga erishish uchun sharoit yaratish;

<sup>2</sup> Manba: muallif ishlanmasi

- barcha darajadagi maktabgacha ta’lim tashkilotlarini ma’muriy-iqtisodiy jihatdan ta’minoti sifatini oshirish;
- outsorsing shartnomasida so‘ralayotgan natijalar sifatini va yetkazib beruvchining javobgarligini batafsil ko‘rsatish imkoniyati (xizmatning shaffofligini oshirish);
- maktabgacha ta’lim tashkilotlarining tegishli faoliyat sohasidagi eng raqobatbardosh va samarali faoliyat ko‘rsatayotgan tashkilotlarni jalb qilish;
- kam xarajat evaziga innovatsion texnologiyalardan foydalanish imkoniyatini ta’minlash;
- atrof-muhit sharoitlariga moslashish qobiliyatini oshirish;
- maktabgacha ta’lim tashkilotlariga kommunal xizmatlarni yetkazib beruvchini o‘zgartirishni soddalashtirish;
- barcha resurslaridan foydalanish samaradorligi va ularni kamaytirish imkoniyatlarini oshirish.

Bularning barchasi maktabgacha ta’lim tashkilotlarida outsorsing texnologiyasidan foydalanishning asosiy maqsadi bo‘lgan xizmat ko‘rsatish sifatini yaxshilashga bevosita ta’sir qiladi.

### Adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016-yil 29-dekabrda “2017-2021-yillarga maktabgacha ta’lim tashkilotlari tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori.
- [2] Гилмиярова М.Р. Проблемы и перспективы развития бухгалтерского аутсорсинга // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление, 2017. - № 2. - С. 76-80.
- [3] Федорова Е.А., Ермолов А.Б. Анализ современных тенденций в аутсорсинге бухгалтерского учета // Финансовая аналитика: проблемы и решений. 2016. №27,С 4-14.
- [4] Корнейчик М., Лягуская Н. Развитие бухгалтерского аутсорсинга в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. - 02.05.2018.
- [5] Васильев А.С., Миргородская Т.Б. Проблемы и перспективы аутсорсинга бухгалтерского учета в России // Международный научно-исследовательский журнал, 2015. - Выпуск № 1. Част 2. - С. 19-21.
- [6] Ескова Л.Ф., Дрозд А.М., Маневич А.Б. Аутсорсинг в Республике Беларусь.
- [7] Pardayev M.Q. Xizmat ko‘rsatish, servis va turizm sohaslarini rivojlantirish: muammolar va ularning yechimlari.–Т.: «Iqtisod–moliya». 2008. – 260 b.
- [8] Urozov B.K. va boshqalar. Xizmat ko‘rsatish sohasi korxonalarida buxgalteriya hisobi va auditning dolzarb masalalari. – Т.: “Iqtisodiyot” nashriyoti, 2011. – 260 b.
- [9] Ergasheva N. Outsorsing xizmatlarining iqtisodiy mohiyati va ahamiyati. // “Servis” ilmiy-amaliy jurnali. – Samarqand, 2023 – № 1. – В. 91-95. (08.00.00; №20).
- [10] Ergasheva N. Autosorsing xizmatlari bozorini baholash // Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi. 3/2 – 2023, № 21. – В. 191-193. (ОАК 08.00.00-Iqtisodiyot fanlari; Milliy nashrlar №21)
- [11] Ergasheva N. Analysis of risk, effectiveness and quality assessment of using outsourcing services in preschool educational organizations // Journal of Management Value & Ethics. <https://www.jmveindia.com / journal / Oct – dec. 2023. Vol.13 №04. – P. 47-53. №6>.
- [12] Ergasheva N. Maktabgacha ta’lim tashkilotlarida outsorsing xizmatlarini iqtisodiy baholashning “X2S” mexanizmini shakllantirish yo‘nalishlari // “Servis” ilmiy-amaliy jurnali. – Samarqand, 2023. – № 4. – В. 91-95. (08.00.00; №20).