MUQOBIL ENERGETIKA

ISSN - 2181-2284





2025

Том 21 Номер 04

ALTERNATIVE ENERGY

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

MUQOBIL ENERGETIKA

ILMIY-TEXNIK JURNALI

2021-yildan chop etila boshlagan

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ALTERNATIVE ENERGY

SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL

QARSHI–2025

BOSh MUHARRIR
G‘ulom Uzoqov
t.f.d., prof., Qarshi davlat texnika universiteti
e-mail: uzoqov66@mail.ru
Bosh muharrir o‘rinbosari
Jobir Axadov
t.f.d., k.i.x., Qayta tiklanuvchi energiya manbalari milliy ilmiy-tadqiqot instituti
e-mail: j.axadov@nires.uz
Mas’ul kotib
Xayrulla Davlonov
PhD, dots., Qarshi davlat texnika universiteti
e-mail: davlanov80@mail.ru

TAHRIR HAY’ATI

Tahrir hay’ati a’zolari
t.f.d., akad. Zohidov R.A. (O‘zR FA EMI)
t.f.d., akad. Allayev Q.R. (ToshDTU)
t.f.d., prof. Uzoqov G‘.N. (QarDTU)
f-m.f.d., prof. Nematov Sh.Q. (QarDTU)
Aslanov Sh.Ch. (Sho‘rtan GKM” MChJ)
Xayrullayev K.I. (“Muborak IEM” AJ)
t.f.d., prof. Avezova N.R. (FPI)
t.f.d., k.i.x. Axatov J.S. (O‘zR FA FTI)
t.f.d., k.i.x. Komilov A.G‘. (QTEMMITI)
t.f.d., k.i.x. Axadov J.Z. (QTEMMITI)
t.f.d., prof. Mirzayev Sh.M. (BuxDU)
t.f.d., prof. Xayriddinov B.E. (QarDU)
t.f.d., prof. Urishev B. (QarDTU)
t.f.d., prof. Imomov Sh.J. (BuxDTU)
t.f.d., prof. Ishnazarov O.X. (O‘zR FA EMI)
t.f.d., prof. Toyirov O.Z. (ToshDTU)
t.f.d., prof. Yuldoshev I.A. (ToshDTU)
t.f.d., prof. Xudayarov M.B. (ToshDTU)
t.f.d., prof. Sadullayev N.N. (BuxDTU)
t.f.d., prof. Raxmonqulov A.A. (QarDTU)
t.f.n., prof. Fayziyev T.A. (QarDTU)
t.f.n., prof. Sattarov B.N. (QarDTU)
t.f.n., prof. Vardiyashvili A.A. (QarDU)
t.f.f.d., dots. Davlonov X.A. (QarDTU)
t.f.f.d. dots. Shog‘ochqorov S. (ToshDTU)
t.f.f.d., dots. Xujakulov S.M. (QarDTU)
t.f.f.d., dots. Safarov A.B. (QarDTU)
f-m.f.n., prof. Sa’dullayev A.B. (QarDTU)
t.f.f.d., dots. Toshmamatov B.M. (QarDTU)

Xalqaro tahrir hay’ati a’zolari
t.f.d., prof. Xarchenko V.V. (Rossiya)
t.f.d., prof. Sednin V.A. (Belarus)
t.f.d., prof. Elistratov V.V. (Rossiya)
t.f.d., prof. Butuzov V.A. (Rossiya)
t.f.d., prof. Gnatyuk V.I. (Rossiya)
t.f.d., prof. Vinogradov A.V. (Rossiya)
t.f.d., prof. Xramtsov P.P. (Belarus)
f-m.f.d., prof. Zaginaylov V.I. (Rossiya)
t.f.d., prof. Mohd Jul Hakim Virzal (Malayziya)
t.f.d., prof. Midilli A. (Turkiya)
PhD, prof. Firat C. (Turkiya)
i.f.n., dots. Gibaddulin A.A. (Rossiya)
t.f.n., dots. Chervinskiy V.L. (Belarus)
f-m.f.n., dots. Novik A.V. (Belarus)
t.f.n., dots. Sednin A.V. (Belarus)
i.f.n., dots. Morkovkin D.E. (Rossiya)
t.f.d., dots. Mextieva A. (Ozarbayjon)
t.f.n., dots. Bovtrikova E.V. (Rossiya)
t.f.n., dots. Sa’dullozoda Sh.S. (Tojikiston)
t.f.n., dots. Abdullozoda R.T. (Tojikiston)
t.f.n., dots. Gita Devi (Oman)
PhD, dots. Ospanov E.A. (Qozog‘iston)

Muqobil energetika – muqobil energetika sohasida erishilgan ilmiy yutuqlar, ilmiy innovatsion ishlanmalar va tadqiqot natijalari yoritilgan ilmiy va tahliliy maqolalar, qisqa xabarlar chop etiladigan ilmiy jurnal. Jurnal ruknlari doirasida o‘tkaziladigan xalqaro kongresslar, simpoziumlar va konferensiyalar materiallari jamlangan maxsus son chop etilishi ham rejalashtirilgan.

Tahririyat manzili: Qarshi davlat texnika universiteti
180100, O‘zbekiston, Qarshi sh. Mustaqillik, 225 uy.
Telefon: (8375) 221-09-23, faks: (8375) 224-13-95, E-mail: kstu@kstu.uz

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Гулом Узаков
д.т.н., проф., Каршинский государственный технический университет
e-mail: uzoqov66@mail.ru
Заместитель главного редактора
Жобир Ахадов
д.т.н., с.н.с., Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии
e-mail: j.axadov@nires.uz
Ответственный секретарь
Хайрулла Давлонов
PhD, доц. Каршинский государственный технический университет
e-mail: davlonov@mail.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Члены редакционной коллегии

д.т.н., акад. Захидов Р.А. (АН РУз., ИПЭ)
д.т.н., акад. Аллаев К.Р. (ТашГТУ)
д.т.н., проф. Узаков Г.Н. (КарГТУ)
д.ф-м.н., проф. Нематов Ш.К. (КарГТУ)
Асланов Ш.Ч. («Шуртанский ГК» ООО)
Хайруллаев К.И. («Мубарекская ТЭЦ» ОА)
д.т.н., проф. Авезова Н.Р. (ФерПИ)
д.т.н., с.н.с. Ахатов Ж.С. (ФТИ АН РУз)
д.т.н., с.н.с. Комилов А.Г. (ННИИВИЭ)
д.т.н., с.н.с. Ахадов Ж.З. (ННИИВИЭ)
д.т.н., проф. Мирзаев Ш.М. (БГУ)
д.т.н., проф. Хайриддинов Б.Э. (КарГУ)
д.т.н., проф. Уришев Б. (КарГТУ)
д.т.н., проф. Имомов Ш.Ж. (БухГТУ)
д.т.н., проф. Ишназаров О.Х. (ИПЭ)
д.т.н., проф. Тоиров О.З. (ТашГТУ)
д.т.н., проф. Юлдошев И.А. (ТашГТУ)
д.т.н., проф. Худаяров М.Б. (ТашГТУ)
д.т.н., проф. Садуллаев А.Н. (БухГТУ)
д.т.н., проф. Рахманкулов А.А. (КарГТУ)
к.т.н., проф. Файзиев Т.А. (КарГТУ)
к.т.н., проф. Саттаров Б.Н. (КарГТУ)
к.т.н., проф. Вардияшвили А.А. (КГУ)
PhD, доц. Давлонов Х.А. (КарГТУ)
PhD, доц. Шогучкаров С.К. (ТашГТУ)
PhD, доц. Худжакулов С.М. (КарГТУ)
PhD, доц. Сафаров А.Б. (КарГТУ)
к.ф-м.н., проф. Саъдуллаев А.Б. (КарГТУ)
PhD, доц. Тошматов Б.М. (КарГТУ)

Члены международной редакционной коллегии

д.т.н., проф. Харченко В.В. (Россия)
д.т.н., проф. Седнин В.А. (Беларусь)
д.т.н., проф. Елистратов В.В. (Россия)
д.т.н., проф. Бутузов В.А. (Россия)
д.т.н., проф. Гнатюк В.И. (Россия)
д.т.н., проф. Виноградов А.В. (Россия)
д.ф-м.н., проф. Храмцов П.П. (Беларусь)
д.т.н., проф. Загинайлов В.И. (Россия)
д.т.н., проф. Мохд Джул Хаким Вирзал (Малайзия)
д.т.н., проф. Мидилли А. (Турция)
PhD, проф. Фират К. (Турция)
к.э.н., доц. Гибаддулин А.А. (Россия)
к.т.н., доц. Червинский В.Л. (Беларусь)
к.ф-м.н., доц. Новик А.В. (Беларусь)
к.т.н., доц. Седнин А.В. (Беларусь)
к.э.н., доц. Морковкин Д.Е. (Россия)
д.т.н., доц. Мехтиева А. (Азербайджан)
к.т.н., доц. Бовтрикова Е.Б. (Россия)
к.т.н., доц. Саъдуллозода Ш.С. (Таджикистан)
к.т.н., доц. Абдуллозода Р.Т. (Таджикистан)
к.т.н., доц. Гита Деви (Оман)
д.ф.т.н., доц. Оспанов Е.А. (Казахстан)

Альтернативная энергетика - научный журнал, в котором публикуются научные и аналитические статьи, короткие сообщения, освещающие научные достижения в области альтернативной энергетики, инновационные разработки и результаты исследований. Также планируется издание специального выпуска, в котором в рамках рубрик журнала будут опубликованы материалы международных конгрессов, симпозиумов и конференций.

Адрес редакции: Каршинский государчтвенный технический университет
180100, Узбекистан, г.Карши, проспект Мустакиллик, дом 225.
Телефон: (8375) 221-09-23, факс: (8375) 224-13-95, E-mail: kstu@kstu.uz

EDITOR-IN-CHIEF
Gulom Uzakov
DSc, Prof., Karshi State Technical University
e-mail: uzoqov66@mail.ru
Deputy Editor-in-Chief
Jobir Akhadov
DSc, s.r., National Research Institute of Renewable Energy Sources
e-mail: kstu@kstu.uz
Coordinating Editor
Khayrulla Davlonov
PhD, doc., Karshi State Technical University
e-mail: davlonov@80@mail.ru

EDITORIAL BOARD

Members of the editorial board

DSc, acad. Zakhidov R.A. (ASUz., IEP)
DSc, acad. Allaev K.R. (TSTU)
DSc, prof. Uzakov G.N. (KSTU)
DSc, prof. Nematov Sh.K. (KSTU)
Aslanov Sh.Ch. (“Shurtan GChC” LLC)
Khairullaev K.I. (“Mubarak TPP” JSP)
DSc, prof. Avezova N.R. (TSTU)
DSc, s.r. Akhatov J.S. (PTI ASUz)
DSc, s.r. Komilov A.G. (NSRIRES)
DSc, s.r. Akhadov J.Z. (NSRIRES)
DSc, prof. Mirzaev Sh.M. (BSU)
DSc, prof. Khairiddinov B.E. (KSU)
DSc, prof. Urishev B. (KSTU)
DSc, prof. Imomov Sh.J. (BSTU)
DSc, prof. Ishnazarov O.Kh. (IEP)
DSc, prof. Toirov O.Z. (TSTU)
DSc, prof. Yuldoshev I.A. (TSTU)
DSc, prof. Khudayarov M.B. (TSTU)
DSc, prof. Sadullaev N.N. (BSTU)
DSc, prof. Rakhmankulov A.A. (KSTU)
c.t.s., prof. Faiziev T.A. (KSTU)
c.t.s., prof. Sattarov B.N. (KSTU
c.t.s., prof. Vardiyashvili A.A. (KSU)
PhD, doc. Davlonov Kh.A. (KSTU)
PhD, doc. Shogucharov S.K. (TSTU)
PhD, doc. Khuzhakulov S.M. (KSTU)
PhD, doc. Safarov A.B. (KSTU)
c.p-m.s., prof. Sa’dullaev A.B. (KSTU)
PhD, doc. Toshmamatov B.M. (KSTU)

Members of the international editorial board

DSc, prof. Kharchenko V.V. (Russia)
DSc, prof. Sednin V.A. (Belarus)
DSc, prof. Elistratov V.V. (Russia)
DSc, prof. Butuzov V.A. (Russia)
DSc, prof. Gnatyuk V.I. (Russia)
DSc, prof. Vinogradov A.V. (Russia)
DPMS, prof. Khramtsov P.P. (Belarus)
DSc, prof. Zaginailov V.I. (Russia)
DSc, prof. Mohd Dzul Hakim Bin Wirzal (Malaysia)
DSc, prof. Midilli A. (Turkey)
PhD, prof. Firat C. (Turkey)
c.e.s., doc. Gibaddulin A.A. (Russia)
c.t.s., doc. Chervinski V.L., (Belarus)
c.p-m.s., doc. Novik A.V. (Belarus)
c.t.s., doc. Sednin A.V. (Belarus)
c.e.s., doc. Morkovkin D.E. (Russia)
c.t.s., doc. Mextieva A. (Azerbaijan)
c.t.s., doc. Bovtrikova E.V. (Russia)
c.t.s., doc. Sa’dullozoda Sh.S. (Tajikistan)
c.t.s., doc. Abdullozoda R.T. (Tajikistan)
PhD, doc. Gita Devi (Oman)
PhD, doc. Ospanov E.A. (Kazakhstan)

Alternative Energy is a scientific journal that publishes scientific and analytical articles, short reports covering scientific achievements in the field of alternative energy, innovative developments and research results. It is also planned to publish a special issue, where the materials of international congresses, symposiums and conferences will be published within the framework of the journal.

Editorial office address: Karshi State Technical University
180100, Uzbekistan, Karshi, Independence av.-225.
Tel: (8375) 221-09-23, fax: (8375) 224-13-95, e-mail:kstu@kstu.uz

MUQOBIL ENERGETIKA	АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА	ALTERNATIVE ENERGY
Ilmiy-texnik jurnal 2021-yilda tashkil etilgan. Oliy Attestatsiya Komissiyasi Rayosatining 2024-yil 25-dekabrdagi 365/4-sonli qarori bilan 05.00.00-Texnika fanlari (05.05.00) isxtisosliklari bo‘yicha OAK dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarni chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.	Научно-технический журнал основан в 2021 году. Постановлением Президиума Высшей аттестационной комиссии от 25 декабря 2024 года №365/4 журнал включен в список научных изданий, рекомендованных ВАК к публикации основных научных результатов диссертаций по специальностям 05.00.00-Технические науки (05.05.00).	The scientific-technical journal was established in 2021. By the Resolution of the Presidium of the Higher Attestation Commission dated December 25, 2024 No. 365/4, the journal is included in the list of scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission for the publication of the main scientific results of dissertations in the specialties 05.00.00-Technical Sciences (05.05.00).
Ilmiy-texnik jurnalga 2021-yil 4-aprelda asos solingan bo‘lib, u 2021-yil iyul oyidan boshlab chiqarilgan. Muassis: Qarshi davlat texnika universiteti. Manzil: 180100, Qarshi shahri. Mustaqillik shoh ko‘chasi, 225. Telefon: 0375 221-09-23 Sayt: http//aenergy.qmii.uz e-mail: aenergy@mail.ru Nashr indeksi - 4074 **ISSN 2181-2284** 21-sonli nashr. Terishga topshirilgan sana: 15.12.2025-y. Nashrga ruxsat berilgan sana: 22.12.2025-y. Chop etilgan sana: 23.12.2025-y. Bichimi 60x84 1/8. Times garniturasi. Shartli bosma tabog‘i 6,26. Nashr bosma tabog‘i 6,25. Adadi 100. Buyurtma №26 QarMII “INTELLEKT” nashriyoti MIUda chop etildi. Tahririyat: Texnik muharrir: Tog‘ayev I.	Научно-технический журнал основан 4 апреля 2021 года, издается с июля 2021 года. Учредитель: Каршинский государственный технический университети. Адрес: 180100, г.Карши, проспект Мустакиллик, 225. Телефон: 0375 221-09-23 Сайт: http//aenergy.qmii.uz e-mail: aenergy@mail.ru Индекс издания-4074 **ISSN 2181-2284** Выпуск 21. Дата предоставления в набор: 15.12.2025 г. Дата разрешения на публикацию: 22.12.2025 г. Дата публикации: 23.12.2025 г. Размер 60x84 1/8. Таймс гарнитура. 6.26. Условнах печатнах листов. 6.25. Учетно-издательских листов. Тираж 100. Заказ №26 Напечатан в издательстве «ИНТЕЛЛЕКТ» при КГТУ. Редактор: Технический редактор: Тогаев И.	The scientific and technical journal was founded on April 4, 2021, published since July 2021. Founder: Karshi State Technical University. Address: 180100, Karshi, Independence av. 225. Phone: 0375 221-09-23 Site: http//aenergy.qmii.uz e-mail: aenergy@mail.ru Publication index - 4074 **ISSN 2181-2284** Issue 21. Date submitted for dialing: 15.12.2025-y. The date of publication is: 22.12.2025-y. Date of publication: 23.12.2025-y. Size 60x84 1/8. The Times. Conventional printing plate 6.26. Edition printing plate 6.25. Circulation 100. Order №26 KIEI was published by the “INTELLECT” publishing house at the CPH. Editor: Technical Editor: Togaev I.

Muqobil energetika- quyidagi yuqori reyting va tegishli saytlarimiz tomonidan indekslanadi.	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА LIBRARY.RU; Google Scholar
Альтернативная энергетика- индексируется следующими топ-рейтингами и связанными с нами сайтами.	РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ; SLIB.UZ Scientific library of Uzbekistan
Alternative energy is indexed by the following top ranking and our related sites.	

UO‘K 001.895

QUYOSH KOLLEKTORLARI AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMINI YARATISH ASOSLARI

Shukurova Oysara Pulatovna - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent,
https://orcid.org/0000-0002-6357-6547 e-mail: oysarashukurova@gmail.com
Tojiboyev Suhrobxon Ja’far o‘g‘li - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent
https://orcid.org/0000-0001-5936-1837 e-mail: suxrobxon8586@gmail.com

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Anotatsiya. Kirish. *Maqolada quyosh kollektorlarini avtomatlashtirish, unda foydalaniladigan asosiy qurilmalarni urganish va tizimining optimal strukturaviy sxemasini ishlab chiqish masalalari qarab chiqilgan. Ardunio mikrokontrollerlari asosida masofadan boshqarish tahlili keltirilgan. Respublikamizda quyosh energiyasi potensialining sezilarli qismi kommunal tizimida ishlatiladi. Turar-joy kommunal sektorida umumiy yoqilg‘i-energetika resruslarining qariyib 40% istemol qilinadi va shu tufayli bu sektorga quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyalarini qo’llash ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyatga ega.*

Usullar va materiallar. *Quyosh kollektorlarining samarali ishlashini ta’minlashda avtomatlashtirish muhim omil hisoblanadi. Zamonaviy qurilmalarda energiya samaradorligi va ishonchliligini oshirish maqsadida turli datchiklar, intellektual modullar hamda mikroprotsessorli kontrollerlar qo‘llaniladi. Ayniqsa, Arduino Ethernet Shield kontrollerlaridan foydalanish alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ular harorat va sarf datchiklari bilan o‘zaro bog‘langan kommunikatsiya sxemasini yaratish, shuningdek, tarmoqli interfeyslar hamda ma’lumotlarni vizuallashtirish tizimlari bilan integratsiyani ta’minlash imkonini beradi.*

Natijalar. *Quyosh qurilmalarining ekstremal quvvatini rostlash rejimini amalga oshirish samarasi quyosh energetikasi qurilmasi ish haroratining o‘zgarishi diapazoniga bog‘liq. Quyosh qurilmalari sezilarli darajada o‘zgaruvchan ish sharoitlarida qo‘llaniladi. Ular atrof-muhit ta’siriga juda sezgir. Ularning ishlash xususiyatlari nochiziqli va barqaror bo‘lmaydi.*

Xulosa. *Texnologiyalar rivojlanishining darajasi energiya va resurslarni tejash bo‘yicha yuqori talablarni qo‘yadi, bu nafaqat mashina va uskunalar konstruktsiyalarini takomillashtirishni, balki foydalanish ma’daniyatini oshirishni, shuningdek, ishlarni avtomatlashtirish va boshqarishni nazarda tutadi. Quyosh kollektorlari tizimi ish faoliyati jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari strukturasini uch darajali avtomatlashtirilgan tizim asosida tashkillashtirish mumkin ekan. Tarmoqli boshqaruv jarayonini baholash uchun tarmoqli boshqaruv tizimlari nazariyasi elementlaridan foydalaniladi. Ushbu nazariya asosida tarmoqli boshqaruv jarayonini hisoblash mumkin. Boshqaruv sifati, samaradorligi va boshqaruv jarayonida yuzaga keladigan kechikishlar aniqlangan va baholangan.*

Kalit so‘zlar: *quyosh kollektorlari, avtomatlashtirish, boshqarish, energiya, zaryad, kontroller, Ardunio Ethernet, rostlash, harorat, datchik.*

Дата поступления: 27.11.2025. После обработки: 03.12.2025 Принято печать: 22.12.2025.

For citation: Shukurova O.P., Tojiboev S.J. Optimization of hydraulic resistance and improvement of efficiency in heat exchange equipment. Alternative energy. 2025. 4(21). pp. 74-79. (In Uz.)

УДК 001.895

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СО ЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Шукурова Ойсара Пулатовна - доктор философии по технических наук, доцент,
https://orcid.org/0000-0002-6357-6547 e-mail: oysarashukurova@gmail.com

Тожибоев Сухробхон Жаъфар угли-доктор философии по технических наук, доцент
https://orcid.org/0000-0001-5936-1837 e-mail: suxrobxon8586@gmail.com

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Введение. *В статье рассмотрены вопросы автоматизации солнечных коллекторов, изучения основных применяемых устройств и разработки оптимальной структурной схемы системы. Приведён анализ дистанционного управления на основе микроконтроллеров Arduino.*

Методы и материалы. *Автоматизация является ключевым условием эффективной работы солнечных коллекторных систем. В современных установках используются датчики, интеллектуальные модули и микропроцессорные контроллеры для повышения энергоэффективности и надежности. Особое внимание уделено применению контроллеров Arduino Ethernet Shield, позволяющих организовать коммуникационную схему с датчиками температуры и расхода, а также интеграцию с сетевыми интерфейсами и системами визуализации данных.*

Результаты*. Эффективность реализации режима регулирования экстремальной мощности солнечных установок зависит от диапазона изменения рабочей температуры солнечного энергетического оборудования. Солнечные устройства функционируют в условиях значительно изменяющихся эксплуатационных параметров и обладают высокой чувствительностью к воздействию окружающей среды. Их рабочие характеристики являются нелинейными и нестабильными.*

Заключение. *Уровень развития технологий предъявляет высокие требования к энергосбережению и рациональному использованию ресурсов, что предполагает не только совершенствование конструкции машин и оборудования, но и повышение культуры эксплуатации, а также автоматизацию и оптимизацию процессов управления. Функционирование системы солнечных коллекторов может быть организовано на основе трехуровневой структуры автоматизированной системы управления. Для оценки процесса контурного управления применяются элементы теории сетевых (трассовых) систем управления, позволяющие осуществлять расчет соответствующих параметров. На основе данной теории определяются и оцениваются показатели качества управления, его эффективность и возможные задержки в процессе регулирования.*

Ключевые слова: *солнечные коллекторы, автоматизация, управление, энергия, зарядка, контроллер, Arduino Ethernet, регулировка, температура, датчик.*

UDC 001.895

OPTIMIZATION OF HYDRAULIC RESISTANCE AND IMPROVEMENT OF EFFICIENCY IN HEAT EXCHANGE EQUIPMENT

Shukurova Oysara Pulatovna - doctor of philosophy in technical sciences, associate professor,
https://orcid.org/0000-0002-6357-6547 e-mail: oysarashukurova@gmail.com
Tojiboev Suhrobkhon Ja'far ugli - doctor of philosophy in technical sciences, associate professor,
https://orcid.org/0000-0001-5936-1837 e-mail: suxrobxon8586@gmail.com

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. Introduction. *The article examines the issues of automating solar collectors, studying the main devices used in them, and developing the optimal structural scheme of the system. An analysis of remote control based on Arduino microcontrollers is presented.*

Methods and Materials. *Automation is key to the efficient operation of solar collector systems. Modern installations utilize sensors, intelligent modules, and microprocessor controllers to improve energy efficiency and reliability. Particular attention is paid to the use of Arduino Ethernet Shield controllers, which enable communication with temperature and flow sensors, as well as integration with network interfaces and data visualization systems.*

Results. *The effectiveness of implementing extreme power control mode for solar installations depends on the operating temperature range of the solar energy equipment. Solar devices operate under significantly variable operating parameters and are highly sensitive to environmental influences. Their operating characteristics are nonlinear and unstable.*

Conclusion. *The level of technological development places high demands on energy conservation and the rational use of resources, which requires not only improved machine and equipment design but also enhanced operational practices, as well as the automation and optimization of control processes. The operation of a solar collector system can be organized based on a three-level structure of an automated control system. Elements of network (route) control system theory are used to evaluate the loop control process, allowing for the calculation of relevant parameters. This theory is used to determine and evaluate control quality indicators, its effectiveness, and potential delays in the control process.*

Keywords: *solar collectors, automation, control, energy, charging, controller, Arduino Ethernet, regulation, temperature, sensor.*

Kirish.

Respublikamizda quyosh energiyasi potensialining sezilarli qismi kommunal tizimida ishlatiladi. Turar-joy kommunal sektorida umumiy yoqilg‘i-energetika resruslarining qariyib 40% istemol qilinadi va shu tufayli bu sektorga quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyalarini qo‘llash ijtimoiy va iqtisodiy ahamiyatga ega. O‘zbekiston sharoitida quyosh energiyasidan foydalanish natijasida issiqlik ta’minotida sarflanadigan energiyaning 60…85% ini iqtisod qilish mumkin. Bugungi kunda muqobil energiya butun dunyo bo‘ylab keng tarqalmoqda. Quyosh nurlanishidan bevosita foydalanishga asoslangan muqobil energiya yondashuvlaridan biri bu quyosh energiyasi bo‘lib, u cheksiz energiya manbaidan foydalanadi va ekologik toza, ya’ni xavfli chiqindilar chiqarmaydi. Quyosh isitish moslamalari va tizimlari passiv va faolga bo‘linadi. Passiv tizimlarda quyosh energiyasi bevosita binolar konstruktiv elementlari tomonidan yig‘iladi va saqlanadi. Faol tizimlar kollektorlarga - quyosh energiyasini issiqlikka aylantiradigan qurilmalarga tayanadi. Quyosh kollektorlaridan turli xil sanoat jarayonlarida foydalanish mumkin. Quyosh kollektori keng tarqalgan va arzon alternativ energiya manbalaridan biridir [1-4]. Energiya ishlab chiqarish va taqsimlash inshootlarining elektr jarayonlarini avtomatlashtirish uchun ixtisoslashtirilgan dasturiy-apparat kompleksi asosida avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi quriladi. Shuningdek quyosh elektr stansiyasi uchun avtomatlashtirilgan dispetcherlik boshqaruv tizimini joriy etiladi [5]. Intellektual boshqaruv usullaridan foydalangan holda quyosh kollektorlarini boshqarish tizimlarini yaratish mumkin. Bunday intellektual boshqaruvdan foydalanish quyosh kollektorlarining ishlashini optimallashtirish va samaradorlikni oshirish imkonini beradi [6]. Avtomatlashtirish elementlaridan foydalangan holda quyosh energiyasi qurilmalarining energiya samaradorligini oshirish mumkin. Optimal strukturaviy va loyihalash sxemalarini tanlanib, quyosh energiyasini yo‘naltirishning qabul qilingan usullari va optimal kuzatuv tizimidan foydalaniladi [7]. Kuzatiladigan maksimal yorug‘lik oqimiga asoslangan avtomatik joylashishni aniqlash orqali quyosh panellari energiyasini ishlab chiqarishni ko‘paytirish va ularning samaradorligini oshirish mumkin [8].

Usul va materiallar.

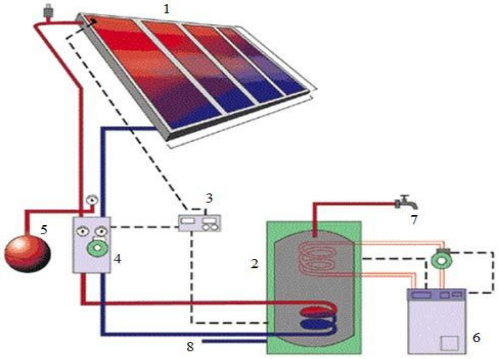
Quyosh energiyasi tizimlarida avtomatlashtirish butun qurilmaning barqaror va samarali ishlashi uchun kalit hisoblanadi. Zamonaviy quyosh elektr stansiyalari tobora ko‘proq quyosh nurlanishining potensialini maksimal darajada oshiradigan avtomatik boshqaruv moslamalari, datchiklar va intellektual modullar bilan jihozlanadi. Energiya samaradorligini oshirish uchun quyosh kollektor tizimlarini avtomatlashtirish maqsadga muvofiqdir. Quyosh kollektor tizimlari

texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishda zamonaviy nazorat va o‘lchash asboblari va avtomatlashtirish vositalari, jumladan, mikroprotsessor kontrollerlari qo‘llaniladi [9-10].

Avtomatlashtirilgan holda boshqarish uchun maxsus mo‘ljallangan kontrollerlar ishlab chiqariladi. Bunday kontrollerlardan Ardunio Ethernet Shieldlarni keltirish mumkin. Dasturlashtirilgan Ardunio Ethenten Shield kontrollerlari ixtisoslashtirilgan intellektual boshqaruv tizimlarida qo‘llaniladi. Ushbu kontrollerlar yordamida tipik kommunikatsiya sxemasini tashkil etish mumkin. Sxema qo‘shimcha uskunalarni rostlash va nazorat qilish uchun taqsimlangan intellektual qurilmalarni o‘z ichiga oladi: harorat, oqimlar sarfi va boshqalar uchun datchiklar; qurilmalar haqidagi ma’lumotlarni vizuallashtirish va tahlil qilish uchun rivojlanayotgan boshqaruv tizimlari va maxsus shaxsiy kompyuter dasturlari bilan integratsiyani qo‘llab-quvvatlaydigan tarmoqlararo interfeyslar, serverlar va modemlar [11-12].

Natijalar.

Majburiy aylanish tizimlarda (1-rasm), aylanma nasos kollektor sxemasiga kiritilgan bo‘lib, bu saqlash idishini binoning istalgan joyiga o‘rnatish imkonini beradi. Sovutish suyuqligining harakat yo‘nalishi kollektorlardagi tabiiy aylanish yo‘nalishiga to‘g‘ri kelishi kerak. Nasos elektron boshqaruv bloki tomonidan yoqiladi va o‘chiriladi, bu o‘zida kollektor va suv saqlash idishi chiqishida o‘rnatilgan harorat datchiklarining ko‘rsatkichlarini taqqoslaydigan differensial boshqaruv relesini ifodalaydi.



1-rasm. Majburiy aylanishli quyosh suv issiqlk tizimi.

Figure 1. Forced circulation solar water heating system.

1 – kollektor; 2 – qozon; 3 – boshqaruv paneli; 4 – nasos; 5 – kengaytirish baki; 6 – qo‘shimcha isitish manbai; 7 – issiq suv chiqishi; 8 – sovuq suv kirish

Kollektorlardagi harorat bakdagi suv haroratidan yuqori bo‘lganda nasos yoqiladi. Kollektorlar va bak o‘rtasida doimiy harorat farqini saqlab, nasos suv berishi va aylanish tezligini o‘zgartirishga imkon beruvchi qurilmalar mavjud. Sovutish suvining faol aylanishiga ega tizimlar odatda ikki zanjirli bo‘ladi.

Quyosh kollektorlarini boshqaruv paneli orqali masofadan kommunikatsiya texnologiyalari yordamida boshqarish mumkin. Ularning boshqaruv paneli (rasmda 3 raqami bilan berilgan) orqali masofadan boshqarish va bunda foydalanish mumkin bo‘lgan ma’lumotlarni tashishda TCP va UDP protokollarining samaralisini tanlash masalasi qarab chiqiladi.

Kommunikatsiya texnologiyalari va qurilmalari protokollar orqali ishlaydi. Ma’lumotlar UDP va TCP protokollari asosida uzatiladi. Ular asosida boshqarishni baholash uchun tarmoqli boshqaruv tizimlari nazariyasi elementlaridan foydalaniladi. Ushbu nazariya asosida boshqaruv sifati, samaradorligi va boshqaruv jarayonida yuzaga keladigan kechikishlarni aniqlash va baholash mumkin. Buning uchun quyidagi algoritmdan foydalaniladi va hisoblashlar amalgam oshiriladi:

Tarmoqli boshqaruv tizimlarida umumiy kechikish – $D_{um.kech} = D_k + D_b$:

Kontrollerga obyektdagi datchik ma’lumotini uzatish vaqti:

$$D_k = T_s + T_c + T_p + T_{qc} + T_{kon};$$

Kontroller orqali obyektni boshqarish vaqti:

$$D_b = T_{bq} + T_c + T_p + T_t;$$

TCP protokoli asosida boshqaruv tizimida bo‘ladigan kechikishlar hisoblanadi. Ma’lumki, TCP protokoli asosida ishlovchi tarmoqlarda ma’lumot almashish dastlab ulanish orqali amalga oshiriladi va quyidagi formulalardan foydalaniladi.

TCP orqali datchikdan ob’ekt holati ma’lumotini qabul qilishdagi kechikish:

$$D_k = T_s + T_c + T_p + T_{qc} + T_{kon}.$$

bunda: D_k –kontrollerga datchik ma’lumotini uzatish vaqti; T_s –datchik ishlash vaqti; T_c – ulanish vaqti; T_p – tarmoqda uzatish vaqti; T_{qc} –kontroller yoki boshqaruv tizimida qabul qilish va kutish vaqti; T_{kon} - kontroller yoki boshqaruv tizimida ma’lumotni qayta ishlash vaqti.

TCP asosida kontroller orqali boshqarish vaqti: $D_b = T_{bq} + T_c + T_p + T_t$

bunda: D_b –kontroller orqali boshqarish vaqti; T_{bq} –boshqaruv qurilmasi ishlash vaqti; T_t – obyektga ta’sir vaqti.

UDP protokoli asosida kechikish vaqtini hisoblash. Datchikdan obyekt holati ma’lumotini UDP protokoli asosida qabul qilishdagi kechikish formulasi:

$$D_k = T_s + T_p + T_{qc} + T_{kon}$$

formula asosida hisoblanadi.

UDP protokoli asosida kontroller orqali boshqarish vaqti quyidagiga teng:

$$D_b = T_{bq} + T_p + T_t$$

Hisoblashlar uchun boshqaruvda ishtirok etuvchi elementlarning standart ishlash vaqt qiymatlari olinadi. Unga asosan hisoblashlar bo‘yicha TCPda umumiy kechikish vaqti 2,235 sekundga, UDP da esa 2,062 sekundga teng bo‘ldi. Hisoblashlardan ko‘rinadiki, UDP asosida tarmoqli boshqaruv tizimlarini loyihalash samaralidir. Chunki UDP protokolida tarmoqda ma’lumot uzatish ulanishsiz amalga oshiriladi va bunda ulanishga ketadigan vaqt hisobga olinmaydi.

Quyosh qurilmalarining ekstremal quvvatini rostlash rejimini amalga oshirish samarasi quyosh energetikasi qurilmasi ish haroratining o‘zgarishi diapazoniga bog‘liq. Quyosh qurilmalari sezilarli darajada o‘zgaruvchan ish sharoitlarida qo‘llaniladi. Ular atrof-muhit ta’siriga juda sezgir. Ularning ishlash xususiyatlari nochiziqli va barqaror bo‘lmaydi.

Xulosa.

Xulosa qilib aytganda ushbu tadqiqot natijalari texnologiyalar rivojlanishining darajasi energiya va resurslarni tejash bo‘yicha yuqori talablarni qo‘yadi, bu nafaqat mashina va uskunalar konstruktsiyalarini takomillashtirishni, balki foydalanish ma’daniyatini oshirishni, shuningdek, ishlarni avtomatlashtirish va boshqarishni nazarda tutadi. Quyosh kollektorlari tizimi ish faoliyati jarayoni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari strukturasini uch darajali avtomatlashtirilgan tizim asosida tashkillashtirish mumkin ekan. Tarmoqli boshqaruv jarayonini baholash uchun tarmoqli boshqaruv tizimlari nazariyasi elementlaridan foydalaniladi. Ushbu nazariya asosida tarmoqli boshqaruv jarayonini hisoblash mumkin. Boshqaruv sifati, samaradorligi va boshqaruv jarayonida yuzaga keladigan kechikishlar aniqlangan va baholangan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38. – Вып. 8. – С. 937–948.
2. Олешко Ю.С., Черехович О.В., Царик Е.В. Солнечные коллекторы. Актуальные проблемы энергетики. СНТК 72. 492-494 ст
3. Матвеев С.Ф., Машукова А.И., Дорофеева Н.Л. Типы солнечных коллекторов. SCIENCE TIME. Выпуск №4 (2015). 481-484 ст.
4. Яцко И.П., Максимова Н.А. Основные виды солнечных коллекторов, их достоинства и недостатки. Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Выпуск 2017-5(127). 39- 43 ст.
5. Наумов В.А., Матисон В.А., Прокопьев В.В., Сермеев М.Ю., Автоматизация солнечных электростанций. Релейная защита и автоматизацияю. 04/Декабрь 2020. 46-51 ст.
6. Раджабова М.А. Интелектуальная система управления и контроля солнечного

коллектора. So’ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi 7-jild 4-son. Respublika ilmiy-uslubiy jurnali. 13.04.2024. 267-271 bet.

7. Абдураимов А.А. Система автоматизации работы солнечных коллекторов. "Экономика и социум" №5(96) 2022. www.iupr.ru

8. Селиванов К.В. Автоматическое позиционирование панели солнечных батарей и слежение за направлением максимального потока света. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2021. № 2. 115-132 ст.

9. Otaqulova Sh.B. Temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurulmalariga texnik ximat ko‘rsatish usullari. Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences. International scientific-online conference. Tashkent. 37-40 bet. https://doi.org/10.5281/zenodo.13734437

10. Jorayeva O.A., Sativaldiyev A.K. O’lchov turlari va usullari. Asosiy afzalliklari va kamchiliklari. "Science and Education". February 2023/Volume 4, Issue 2. 672-680 bet.

11. Shukurova O.P., Xudoynazarov U.A., Yunusov O.A., Xaydarov Sh.O., Ergashov A.R. Use of Radio Communication in Control System of Compressor Stations. International Scientific and Practical Conference on Actual Problems of Mathematical Modeling and Information Technology. AIP Conf. Proc. 3147; Nukus, Uzbekistan 2–3 May 2023. 050002-1-050002-8. https://doi.org/10.1063/5.0210346.

12. Safarov E.X., Tillayeva D.A. Suv resurslarini avtomatik boshqarish jarayonini matlab/simulink muhitida modellashtirish. Development of science. Volume 1 IYUN 2025/7. 150-157 bet.