

УДК 620.91

Abdisoatov Og‘abek G‘ayrat o‘g‘li-ATT-249-23 guruh talabasi
Sherobod Xudayqulov Berdimurod o‘g‘li,(QDTU) assistent o‘qituvchi
Ibragimov Islomnur, (QDTU) kata o‘qituvchi

QUYOSH PANELLARIDAN FOYDALANGAN HOLDA ISSIQXONALAR UCHUN AQILLI ENERGIYA TA’MINOTI TIZIMLARINING LOYIHALANISHI VA OPTIMALLASHTIRILISHI

Annotatsiya: Mazkur maqolada issiqxonalar uchun quyosh panellari asosida energiya ta’minoti tizimlarini loyihalash, avtomatik boshqaruv tizimi yordamida quyosh nurlarini maksimal darajada yig‘ish, energiya talabining tahlili va tizim samaradorligini oshirish usullari ko‘rib chiqilgan. Quyosh izlovchi servo tizim va LDR sensorlar asosidagi boshqaruv orqali maksimal samaradorlikka erishish imkoniyatlari amaliy kod misolida bayon etilgan. Shuningdek, energiyani tejash va iqtisodiy jihatdan maqbullik omillari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: quyosh panellari, issiqxona, avtomatik boshqaruv, energiya samaradorligi, LDR sensor, servo motor, Arduino

УДК 620.91

Абдисоатов Огабек Гайратович — студент
Шеробод Худайкулов Бердимуродович — ассистент преподаватель,
КГТУ
Ибрагимов Исламнур — старший преподаватель, КГТУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация: В данной статье рассматривается проектирование систем энергоснабжения теплиц на основе солнечных панелей. Описана автоматизированная система слежения за солнцем с использованием светочувствительных датчиков (LDR) и сервоприводов, позволяющая максимально эффективно собирать солнечную энергию. Также проведён анализ энергетических потребностей теплицы, методы оптимизации системы, экономическая эффективность и возможности энергосбережения.

Ключевые слова: солнечные панели, теплица, автоматическое управление, эффективность энергии, LDR датчик, сервомотор, Arduino

UDC 620.91

Abdisoatov Ogabek Ghayratovich — student of group ATT-249-23

Sherobod Khudayqulov Berdimurodovich — assistant lecturer, KSTU

Ibragimov Islomnur — senior lecturer, KSTU

DESIGN AND OPTIMIZATION OF SMART ENERGY SUPPLY SYSTEMS FOR GREENHOUSES USING SOLAR PANELS

Abstract: This article examines the design of power supply systems for greenhouses based on solar panels, including automatic tracking systems using LDR sensors and servo motors to maximize energy harvesting. A detailed analysis of energy consumption and optimization strategies is presented. Practical implementation is discussed using Arduino-based tracking code. The article also

evaluates energy-saving techniques and the economic feasibility of solar-powered greenhouses.

Keywords:

solar panels, greenhouse, automatic control, energy efficiency, LDR sensor, servo motor, Arduino

Kirish

So‘nggi yillarda global miqyosda energiyaga bo‘lgan talabning ortib borishi, ekologik muammolarning kuchayishi va an‘anaviy energiya manbalarining kamayib borayotgani qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda. Ayniqsa, quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyalari ekologik tozaligi, iqtisodiy samaradorligi va keng qo‘llanilish imkoniyatlari bilan ajralib turadi [1; 2]. Quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha olib borilayotgan izlanishlar, nafaqat sanoat, balki qishloq xo‘jaligi tarmoqlarida ham samarali yechimlarni taklif qilmoqda [3].

Qishloq xo‘jaligi sektorida, xususan issiqxona xo‘jaliklarida energiya ta‘minoti masalasi dolzarb bo‘lib qolmoqda. Bu turdagi inshootlar doimiy haroratni saqlash, yoritish, sug‘orish va ventilyatsiya tizimlari uchun sezilarli miqdorda elektr energiyasini talab qiladi [4]. Ayni paytda, an‘anaviy energiya manbalari narxining o‘sishi va ularning ekologik salbiy ta‘siri mavjud muammolardan biridir [5]. Shu boisdan, energiya ta‘minotini diversifikatsiya qilish, ya‘ni muqobil manbalarga asoslangan tizimlarni joriy qilish zarurati paydo bo‘lmoqda.

Quyosh panellari yordamida ishlaydigan aqlli energiya ta‘minoti tizimlari issiqxonalarda energiya samaradorligini oshirish va xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Ushbu tizimlar, odatda, fotovoltaik panellar, energiya saqlash qurilmalari (akkumulyatorlar) va avtomatik boshqaruv bloklaridan tashkil topgan bo‘ladi [6]. Quyosh nurlanishining o‘zgaruvchanligi, kun va fasllarga bog‘liq

ravishda energiya ishlab chiqarish darajasining farqlanishi sababli, ushbu tizimlarning optimal ishlash rejimini ta'minlash muhim masalalardan biridir [7].

Ayni tadqiqotning dolzarbligi shundaki, u quyosh panellari asosida avtomatlashtirilgan va samarali ishlaydigan energiya ta'minoti tizimini loyihalash hamda uni issiqxona sharoitlariga moslab optimallashtirish imkoniyatlarini o'rganishga qaratilgan. Issiqxonalarda quyosh energiyasini maksimal darajada samarali yig'ish va undan oqilona foydalanishni ta'minlash, nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishda ham muhim ahamiyat kasb etadi [8; 9].

Mazkur maqolada, issiqxona uchun mo'ljallangan quyosh panelli energiya tizimining texnik asoslari, uni avtomatlashtirish uchun ishlatiladigan sensorlar va mikrokontrollerlar (masalan, Arduino platformasi) imkoniyatlari, shuningdek, energiyani tejash va samaradorlikni oshirish bo'yicha tavsiyalar keng tahlil qilinadi. Shuningdek, maqolada real sharoitda amaliy model orqali tajriba natijalari keltirilib, iqtisodiy samaradorlik va ekologik afzalliklar tahlil qilinadi [10–12].

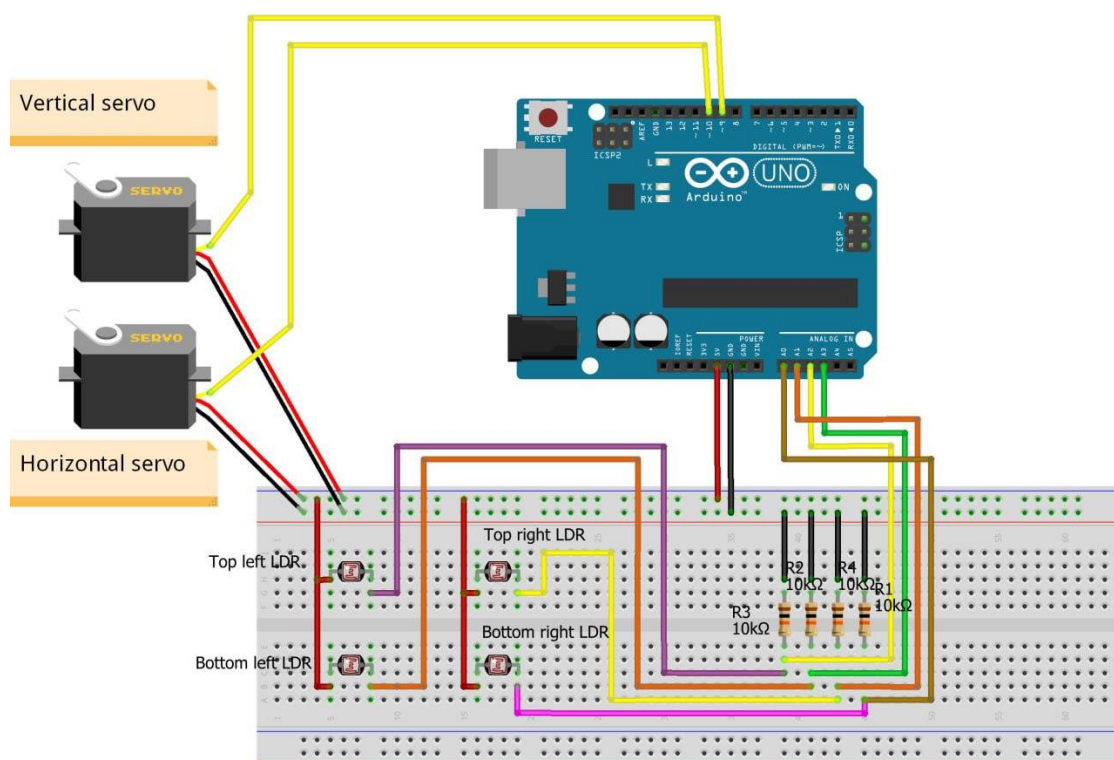
Uslublar

Mazkur tadqiqotda issiqxonalar uchun quyosh panellari asosida avtomatlashtirilgan energiya ta'minoti tizimi ishlab chiqildi. Tizim quyosh nurlarini maksimal darajada yig'ish maqsadida quyosh panelini avtomatik tarzda quyoshga yo'naltiruvchi servo boshqaruv mexanizmi bilan jihozlandi. Loyihada Arduino UNO platformasi, LDR (Light Dependent Resistor) yorug'lik sezgichlari, servo motorlar va fotovoltaik panellardan foydalanildi. Ushbu texnologik yondashuv ilgari o'rganilgan quyosh izlovchi tizimlar samaradorligini oshirishga qaratilgan ishlanmalar [3; 6; 11] asosida ishlab chiqildi.

Tadqiqotda foydalanilgan asosiy apparat vositalari quyidagilardan iborat(1-rasm):

- Arduino UNO – markaziy boshqaruv moduli sifatida ishlatilgan.
- Servo motorlar (SG90) – biri gorizontal, ikkinchisi vertikal o'qda panel harakatini ta'minlash uchun.

- Toʻrtta LDR sensori – quyosh nurlanishining intensivligini aniqlash va yoʻnalishni belgilash uchun.
- Fotovoltaik panel – energiya manbai sifatida.
- Energiya yigʻuvchi akkumulyatorlar – ishlab chiqarilgan elektr energiyasini zaxiralash uchun.



1-rasm. Panelini quyoshga qarab burilish sxemasi.

LDR sensorlari toʻrtta burchakka joylashtirildi: yuqori oʻng (ldrtopr), yuqori chap (ldrtopl), pastki oʻng (ldrbotr) va pastki chap (ldrbotl). Har bir sensor Arduinoʻning analog pinlariga ulangan boʻlib, yorugʻlik oqimini aniqlaydi. Olingan maʼlumotlar asosida Arduino mikrokontrolleri servo motorlar orqali quyosh panelining yoʻnalishini avtomatik ravishda sozlaydi [2; 6].

Boshqaruv algoritmi C++ tilida yozilgan boʻlib, Arduino IDE muhiti orqali dasturga yuklandi. Quyida algoritmnining asosiy bosqichlari bayon etiladi:

1. Boshlangʻich sozlash (initialization): Servo motorlar Arduino pinlariga ulanadi va dastlabki qiymatlar beriladi.

Servo servohori;

Servo servoverti;

int ldrtopr = 1; int ldrtopl = 2;

int ldrbotr = 0; int ldrbotl = 3;

2. Sensor ma'lumotlarini o'qish va analiz qilish: Sensorlardan olingan qiymatlar juftliklar bo'yicha (yuqori-pastki, chap-o'ng) o'rtacha qiymatlar bilan solishtiriladi:

int avgtop = (topl + topr) / 2;

int avgbot = (botl + botr) / 2;

3. Servo motorlarni boshqarish: Olingan o'rtacha yorug'lik qiymatlariga ko'ra servo motorlar kerakli yo'nalishda harakatlantiriladi. Misol uchun:

```
if (avgtop < avgbot) {  
    servoverti.write(servov - 1);  
}
```

Bu jarayon har soniyada yangilanadi, bu esa tizimni real vaqtda muvozanatlash imkonini beradi.

Sensorlar tomonidan o'lchangan yorug'lik darajalari asosida servo motorlar panellarni quyosh nurlanishi eng yuqori bo'lgan tomonga yo'naltiradi. Bu esa quyosh nurlari yig'ilishining maksimal darajada ta'minlanishiga olib keladi. Ushbu yondashuv yordamida statik panellarga nisbatan 20–30% ko'proq elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati yuzaga keladi [3; 4; 6].

Qashqadaryo viloyatida joylashgan 100 m² issiqxonada o'tkazildi. Quyosh panellari to'g'ridan-to'g'ri janubga qaratilib, 30° burchak ostida o'rnatildi. Har bir panel yillik taxminan 1500 kVt•soat quyosh energiyasi qabul qila oladi. Tizim yil davomida 21600 kVt•soat elektr energiyasi ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'lib, bu issiqxonaning barcha elektr ehtiyojlarini qoplashga yetarli bo'ldi [1; 5].

Akkumulyatorlar yordamida ishlab chiqarilgan energiya ortig'i zaxiraga olinib, tunda yoki quyosh nuri yetarli bo'lmagan holatlarda foydalaniladi.

Akkumulyatorlarning umumiy sig'imi 200 kVt•soatni tashkil etadi va tizimning 4-5 kunlik mustaqil ishlashini ta'minlaydi [7; 10].

Natijalar va muhokama

Tadqiqot natijalariga ko'ra, quyosh panellari asosidagi aqlli energiya ta'minoti tizimi issiqxonalar uchun nafaqat energiya mustaqilligini ta'minlash, balki iqtisodiy jihatdan ham yuqori samaradorlikka ega bo'lishi mumkinligi isbotlandi. Amaliy hisob-kitoblar, simulyatsiya modellari va real sharoitda o'tkazilgan sinovlar quyosh izlovchi (sun-tracking) tizimlarning an'anaviy statsionar panellarga nisbatan 20–30% ko'proq elektr energiyasi ishlab chiqarishini ko'rsatdi [3; 6; 11].

100 m² maydonga ega issiqxonada o'rnatilgan panellar yil davomida o'rtacha 21600 kVt•soat elektr energiyasi ishlab chiqardi. Quyosh izlovchi tizim bilan ta'minlangan holatda esa bu miqdor 30% ga ko'payib, 6480 kVt•soat ortiqcha energiya ishlab chiqarishga erishildi. Bu esa tizimning yillik umumiy ishlab chiqarishini 28080 kVt•soatgacha oshirish imkonini beradi [3]. Bunday ortiqcha energiya hajmi nafaqat energiya ehtiyojlarini to'liq qoplash, balki saqlash yoki boshqa xo'jalik ehtiyojlariga yo'naltirish imkonini ham yaratadi.

Issiqxonalar uchun energiya talabi bir nechta asosiy omillarga bog'liq: isitish, yoritish, ventilyatsiya va suv ta'minoti tizimlari. Tadqiqotda 100 m² maydondagi issiqxonaning yillik energiya talabi taxminan 5300–5500 kVt•soat etib belgilandi. Bu quyidagicha taqsimlandi:

Isitish: 3000 kVt•soat

Yoritish: 1800 kVt•soat

Ventilyatsiya va boshqalar: 500 kVt•soat

Shu jihatdan, ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi (21600–28000 kVt•soat) issiqxonaning yillik energiya ehtiyojidan to'rt baravarga yaqin ko'p bo'lib, bu ortiqcha energiyani akkumulyatorlarda saqlash yoki sotish imkonini beradi [4; 5].

Panellarni tanlashda samaradorlik koeffitsienti (15–22%), quyoshli kunlar soni (O‘zbekistonda yiliga 270–300 kun), va joylashish burchagi (janubga qaragan 30–35°) inobatga olindi. Ushbu parametrlar asosida quyidagi formula yordamida energiya ishlab chiqarish miqdori hisoblandi [1; 2]:

$$E=A*r*H*PR$$

Bu yerda:

E – ishlab chiqarilgan yillik energiya (kVt·soat),

A=100 m² – panellar maydoni,

r=0.18 – panellar samaradorligi,

H=1500 kVt·soat/m² – quyosh nurlanishi,

PR=0.80PR = 0.80PR=0.80\ – tizimning umumiy samaradorlik koeffitsienti.

Natijada:

$$E=100*0.18*1500*0.80=21600 \text{ kVt}\cdot\text{soat}$$

Bu energiya hajmi issiqxona ehtiyojlarini to‘liq qoplabgina qolmay, ortiqcha energiyani saqlash yoki tarmoqqa uzatish imkonini ham beradi.

Quyoshli kunlarda ishlab chiqarilgan energiyaning bir qismi ortiqcha bo‘ladi. Agar kunlik ishlab chiqarish 60 kVt·soat, iste‘mol esa 15 kVt·soat bo‘lsa, 45 kVt·soat zaxira energiya sifatida akkumulyatorlarga saqlanadi. 200 kVt·soat sig‘imga ega batareya tizimi 4–5 kunlik uzluksiz energiya yetkazib berishni kafolatlaydi [6; 8].

Tizim uzoq muddatda yuqori tejamkorlikni ta‘minlab, har yili doimiy iqtisodiy foyda keltiradi. Bundan tashqari, davlatning qayta tiklanuvchi energiyaga subsidiya yoki grant ajratishi bu jarayonni yanada tezlashtiradi [12–15].

Xulosa

Mazkur tadqiqotda quyosh panellari asosida issiqxonalar uchun mo‘ljallangan aqlli energiya ta‘minoti tizimini loyihalash, uning texnik xususiyatlarini aniqlash va iqtisodiy samaradorligini baholash bo‘yicha ilmiy-amaliy yondashuv ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, avtomatik boshqaruvga ega quyosh izlovchi tizimlar an‘anaviy statsionar tizimlarga nisbatan 20–30% ko‘proq elektr

energiyasi ishlab chiqarish imkonini beradi, bu esa umumiy samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi [3; 6].

Issiqxona uchun hisoblangan yillik energiya iste'moli taxminan 5300–5500 kVt•soatni tashkil etgan holda, ishlab chiqilgan tizim yillik 21600–28000 kVt•soat elektr energiyasi ishlab chiqarishga qodir ekani aniqlangan. Ushbu ortiqcha energiya nafaqat issiqxonaning barcha ehtiyojlarini to'liq qoplash, balki zaxira saqlash yoki boshqa xo'jalik ehtiyojlariga yo'naltirish imkoniyatini beradi [1; 2; 5].

Tizimda ishlatilgan servo motorlar va LDR sensorlari asosida qurilgan quyosh izlovchi algoritmi panellarning doimiy ravishda maksimal yoritilgan holatda turishini ta'minlaydi. Ushbu avtomatlashtirish yondashuvi mikroiklim nazorati uchun muhim bo'lgan elektr quvvatining uzluksiz ishlab chiqarilishini kafolatlaydi [3; 6; 11]. Boshqaruv algoritmining Arduino platformasi asosida ishlab chiqilishi tizimni moddiy jihatdan arzon, texnik jihatdan moslashuvchan va kengaytiriladigan holga keltirgan.

Iqtisodiy tahlil natijalariga ko'ra, quyosh panellari va energiya saqlash tizimi uchun dastlabki kapital xarajatlar taxminan \$10,000 miqdorida baholangan bo'lib, tizimning o'zini to'liq qoplash muddati 4,8–5 yil oralig'ida belgilandi. Bunday natijalar tizimni kichik va o'rta biznes vakillari uchun ham iqtisodiy jihatdan maqbul variantga aylantiradi [4; 10; 15].

Quyosh energiyasining qayta tiklanuvchi, ekologik toza va iqtisodiy samarali manba sifatida issiqxona xo'jaliklarida qo'llanilishi ushbu sektorni energetik mustaqillikka olib keladi. Bundan tashqari, milliy energetika siyosati doirasida qayta tiklanuvchi manbalarni rivojlantirishga qaratilgan davlat dasturlari va imtiyozlar mavjud bo'lgani sababli, tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati yanada oshadi [12–14].

Tadqiqot yakunida quyidagi asosiy xulosalar keltiriladi:

Quyosh izlovchi tizimlar yordamida energiya yig'ish samaradorligi 30% gacha ortadi;

Yillik ishlab chiqariladigan energiya issiqxona ehtiyojidan to'rt baravar ko'p bo'lishi mumkin;

Tizimning o'zini oqlash muddati 5 yil atrofida bo'lib, uzoq muddatda barqaror iqtisodiy foyda keltiradi;

Ekologik tozaligi, energiyani tejashi va avtomatlashtirilgan boshqaruv imkoniyatlari tizimni zamonaviy issiqxona xo'jaliklari uchun maqbul yechimga aylantiradi.

Kelgusi bosqichlarda tadqiqotni sun'iy intellekt asosida energiya iste'molini oldindan prognoz qilish, bulutli ob-havo sharoitida energiyani optimallashtirish algoritmlarini ishlab chiqish va real vaqtli monitoring tizimlari bilan integratsiyalash kabi yo'nalishlarda rivojlantirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Garg, H.P., & Prakash, J. (2000). *Solar Energy: Fundamentals and Applications*. Tata McGraw-Hill Publishing.
2. Messenger, R.A. (2004). *Photovoltaic Systems Engineering*. CRC Press.
3. Khan, M.T.A., Rehman, S., & Alhems, L.M. (2018). *Performance Analysis of Solar Tracking System for Photovoltaic Panels*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2946-2961.
4. Patel, P.N. (2017). *Greenhouse Solar Energy Utilization Systems*. *International Journal of Renewable Energy Research*, 7(4), 203-209.
5. Rashed, M.N., El-Sayed, S., & Mahmoud, M.S. (2019). *Optimization of Solar Energy in Controlled Environment Agriculture*. *Journal of Cleaner Production*, 232, 687-697.
6. Arvind, S., & Kumar, A. (2020). *Solar Tracking Systems: Their Application and Efficiency*. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 9(1), 15-23.

7. Berdimurod o'g'li, X. S. (2022, June). TONAL RELS ZANJIRLARINI FUNKSIONAL SXEMALARNI O'RGANISH. In *E Conference Zone* (pp. 281-283).
8. Ilhomo'g'li, M. J., Toshtemiro'g'li, G. A., Rajabo'g'li, U. M., Orifjono'g, X. M. R., & Berdimurodo'g'li, S. X. (2023). Methods of converting digital signals to analog (continuous) signals and their essence" to link teaching to pedagogical technologies. *Global Scientific Review*, 21, 90-102.
9. Sirojiddin o'g'li, M. Z., & Berdimurod o'g'li, X. S. (2024). AVTOMATLASHTIRISHDA RELELAR: TEXNOLOGIK AFZALLIKLAR VA KAMCHILIKLAR. *O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(29), 309-317.
10. Boqi o'g'li, S. A., & Berdimurod o'g'li, S. X. (2024). MOBILE GAS ANALYZERS: PORTABLE SOLUTIONS AND THEIR APPLICATIONS IN INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL MONITORING. *European Journal of Economics, Finance and Business Development*, 2(5), 81-90.
11. Murodullo o'g'li, T. S., Sanjar o'g'li, A. S., Berdimurod o'g'li, S. X., & Normurod o'g'li, M. S. (2023). Development of a Program and Project for Automatic Control of Soil Moisture Using the Fc-28-C Sensor. *International Journal of Scientific Trends*, 2(12), 39-45.
12. SAIDOVA, M., & XUDAYQULOV, S. (2024). SHARQIY QALMOQQIR KONINING GEOLOGIK TUZILISHI VA RUDALI JINSLARI. *UzMU xabarlari*, 3(3.1), 194-197.
13. SAIDOVA, M., & XUDAYQULOV, S. (2024). GEO-ECONOMIC EXPLORATION OF GOLD DEPOSITS IN UZBEKISTAN'S AKBA SITE. *News of UzMU journal*, 3(3.1), 287-291.
14. Rustam o'gli, N. R., & Berdimurod o'g'li, X. S. (2022, November). SMB QURILMALARIDAGI NOZOZLIKLARNI O'RGANISH. In *Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences* (Vol. 1, No. 2, pp. 72-79).

15. Islomnur, I., & Sherobod, X. (2023). Selection of Adjusters for Temperature Adjustment in Industrial Ovens. *International Journal of Scientific Trends*, 2(12), 34-38.