



# Nasos stansiyalar energiya ta'minotida quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish

Bobaraim Urishev<sup>1,a)</sup>, Asror P. Umirov<sup>1,b)</sup>, Tajiddin U. Toshev<sup>1,c)</sup>

<sup>1,a)</sup> DSc, prof., Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, 180100, O'zbekiston; [bob\\_irishev@mail.ru](mailto:bob_irishev@mail.ru)  
<http://orcid.org/0009-0004-6546-8226>

<sup>1,b)</sup> PhD, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, 180100, O'zbekiston; [asror\\_umirov@mail.ru](mailto:asror_umirov@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7147-9827>

<sup>1,c)</sup> Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, 180100, Uzbekistan; [tojiddin20.02.85@gmail.com](mailto:tojiddin20.02.85@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9260-5151>

**Dolzarblik:** fotovoltaik qurilmaning (PV) o'zgaruvchan energiyasidan to'liq foydalanish dolzarb muammo bo'lib qolmoqda, shuning uchun nasos stansiyalarida quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish uchun nasos quvvatini tartibga solish muammolarini o'rganish kerak. Quyosh energiyasidan maksimal darajada foydalanish uchun kun davomida o'zgaruvchan PMT quvvatiga moslash orqali qurilma.

**Maqsad:** sug'orish tizimidagi fotoelektr nasos qurilmasining parametrlari natijalariga erishish, bunda tavsiya etilgan nasosni boshqarish usulidan foydalanganda nasos qurilmasida quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligi darajasi oshadi va 80...90% ga etadi. .

**Usullari:** nasos qurilmalarini elektr ta'minotida qo'llaniladigan quyosh energiyasi manbai sxemasidan foydalanildi. Fotovoltaik qurilmaning o'zgaruvchan rejimi tomonidan ishlab chiqarilgan quvvat va energiya miqdoridagi tegishli o'zgarishlarni hisobga olgan holda, milning aylanish tezligini o'zgartirish orqali nasosning ish rejimini tartibga solish parametrlarini hisoblash usuli qo'llanildi.

**Natijalar:** 9000 m<sup>3</sup> suv yig'ish uchun nasos tezligini o'zgartirish usulini qo'llashda nasos quvvatini tartibga solish va NPV ga oshirish orqali olingan 314,5 kVt soat elektr energiyasi talab qilinadi va bu energiyani ishlab chiqarishda fotoko'paytirgichning maksimal quvvati 70 ga teng. kVt (81%).

**Kalit so'zlar:** nasos stansiyasi, fotoelektrik qurilma, quyosh energiyasi, suv berish unumdorligi, nasos napori, quvvat, val aylanishlar chastotasi, suv to'plash rezervuari.

## Повышение эффективности использования солнечной энергии в энергоснабжении насосных станций

Бобарайм Уришов<sup>1,a)</sup>, Асрор П. Умиров<sup>1,b)</sup>, Тажиiddин У. Тошев<sup>1,c)</sup>

<sup>1,a)</sup> DSc, проф., Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, 180100, Узбекистан; [bob\\_irishev@mail.ru](mailto:bob_irishev@mail.ru)  
<http://orcid.org/0009-0004-6546-8226>

<sup>1,b)</sup> PhD, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, 180100, Узбекистан; [asror\\_umirov@mail.ru](mailto:asror_umirov@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7147-9827>

<sup>1,c)</sup> Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, 180100, Узбекистан; [tojiddin20.02.85@gmail.com](mailto:tojiddin20.02.85@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9260-5151>

**Актуальность:** полное использование изменчивой энергии фотоэлектрической установки (ФЭУ) остается актуальной проблемой, поэтому в целях повышения эффективности использования солнечной энергии на насосных станциях, необходимо исследование задач регулирования мощности насосного устройства подстройкой к изменяющейся в течение суток мощности ФЭУ для максимального использования солнечной энергии.

**Цель:** добиться результатов параметров фотоэлектрического насосного устройства в системе орошения, чтобы при использовании предлагаемого метода регулирования насоса, уровень эффективности использования солнечной энергии на насосном устройстве повысился и достиг 80...90 %.

**Методы:** использована схема источника солнечной энергии, которая применяется в энергоснабжении насосных устройств. Использован метод расчета параметров регулирования режима работы насоса путем изменения частоты вращения вала, учитывающий соответствующие изменения мощности и количества энергии, вырабатываемой переменным режимом фотоэлектрического устройства.

**Результаты:** при использовании метода изменения частоты оборотов насоса для сбора 9000 м<sup>3</sup> воды, необходимо 314,5 кВт·ч электроэнергии, получаемой при регулировании и увеличении мощности насоса до NPV, а при выработке этой энергии максимальная мощность ФЭУ составляет 70 кВт (81%).

**Ключевые слова:** насосная станция, фотоэлектрическое устройство, солнечная энергия, эффективность водоснабжения, производительность насоса, мощность, частота оборотов вала, резервуар для хранения воды.

**For citation:** Urishev B., Umirov A.P., Toshev T.U. Increasing the efficiency of using solar energy in energy supply of pumping stations. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2024, no. 3, pp. 61-66.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14032644>

Received: 15.09.2024

Revised: 24.09.2024

Accepted: 25.10.2024

Published: 02.11.2024

**Copyright:** © Bobaraim Urishev, Asror P. Umirov, Tajiddin U. Toshev. 2024. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



# Increasing the efficiency of using solar energy in energy supply of pumping stations

Bobaraim Urishev <sup>1, a)</sup>, Asror P. Umirov <sup>1, b)</sup>, Tajiddin U. Toshev <sup>1, c)</sup>

<sup>1, a)</sup> DSc, prof., Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, 180100, Uzbekistan; [bob\\_urushev@mail.ru](mailto:bob_urushev@mail.ru)  
<https://orcid.org/0009-0004-6546-8226>

<sup>1, b)</sup> PhD, Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, 180100, Uzbekistan; [asror\\_umirov@mail.ru](mailto:asror_umirov@mail.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7147-9827>

<sup>1, c)</sup> Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, 180100, Uzbekistan; [tojiddin20.02.85@gmail.com](mailto:tojiddin20.02.85@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9260-5151>

**Relevance:** full use of variable energy of photovoltaic installation (PVI) remains an urgent problem, therefore, in order to increase the efficiency of solar energy use at pumping stations, it is necessary to study the problems of regulating the power of the pumping device by adjusting to the changing power of the PVI during the day for maximum use of solar energy.

**Purpose:** to achieve the results of the parameters of the photovoltaic pumping device in the irrigation system, so that when using the proposed method of pump regulation, the level of efficiency of solar energy use at the pumping device increases and reaches 80...90%.

**Methods:** a diagram of a solar energy source is used, which is used in the power supply of pumping devices. A method is used to calculate the parameters of regulating the pump operating mode by changing the shaft rotation frequency, taking into account the corresponding changes in the power and the amount of energy generated by the variable mode of the photovoltaic device.

**Results:** when using the method of changing the pump speed to collect 9000 m<sup>3</sup> of water, 314.5 kWh of electricity is required, obtained by regulating and increasing the pump power to NPV, and when generating this energy, the maximum power of the PMT is 70 kW (81%).

**Keywords:** pumping station, photovoltaic device, solar energy, water supply efficiency, pump performance, power, shaft speed, water storage tank.

## 1. Kirish (Introduction)

Bugungi kunda jahonda energiyaga bo'lgan ehtiyoj yiliga o'rtacha 1 % ga, rivojlanayotgan mamlakatlarda 5 % ga oshmoqda, asosiy energetik resurs bo'lgan uglevododlar zahiralari kamayib, yoqilg'i narxi va uning atrof-muhitga zararli ta'siri esa sezilarli darajada oshib boryapti, shu sababli jahon energetikasida qayta tiklanuvchi energiya manbalari, asosan quyosh energiyasidan foydalanishning iqtisodiy va ekologik samarasi yildan yilga o'sib boryapti, jumladan so'g'orish tizimidagi fotoelektrik nasos qurilmalarining energiya xarajatlari organik yoqilg'ida ishlaydigan qurilmalarga nisbatan 2...4 barobar kam qiymatlarni tashkil qilmoqda [1].

Jahonning nufuzli tashkilotlaridan biri qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo'yicha Halqaro agentlik (IRENA)ning ma'lumotlariga ko'ra hozirgi paytda so'g'oriladigan yerlarning 56 % iga nasos qurilmalari yordamida suv yetkazib berilayapti va ularni energiya bilan ta'minlash uchun quyosh energiyasi keng qo'llanilmoqda, ayniqsa Afrika, Hindiston, Yaqin Sharqda energiya manbasining bu turi yangi qurilayotgan nasos qurilmalarining 75...80 % ida foydalanilmoqda va eng samarali va ekologik "toza" manbalardan biri sifatida tan olinmoqda [2].

O'zbekiston Respublikasida so'g'oriladigan yer maydonlarining 60 % iga nasos stansiyalar yordamida suv yetkazib beriladi va bunga har yili 8 mlrd. kVt-soat atrofida elektr energiyasi iste'mol qilinadi [3]. Bu kabi katta miqdordagi energiya iste'moli sharoitida nasos stansiyalar samaradorligini oshirish, jihozlarning energiya tejamkorligiga erishish, foydalanish xarajatlarini kamaytirishga yo'naltirilgan keng miqyosdagi ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shuni hisobga olib O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-son Qarorida "...suv xo'jaligi nasos stansiyalarining energiya samaradorligini oshirish va foydalanish xarajatlarini kamaytirish..." bilan bir qatorda ular, "...muqobil energiya manbai, shu jumladan, quyosh batareyalaridan foydalanishni yo'lga qo'yish..." kabi resurs tejaydigan zamonaviy texnologiyalarni keng joriy qilish vazifalari belgilab berilgan [4].

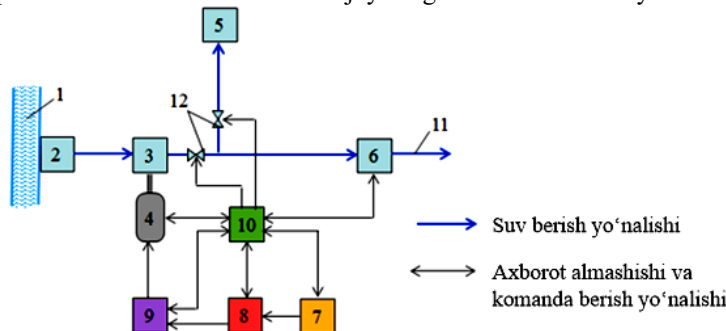
Hozirgi kunda nasos stansiyalarda quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligini yanada oshirish uchun fotoelektrik qurilma (FEQ)ning energiyasidan maksimal foydalanishni ta'minlash maqsadida uning kun davomida o'zgaruvchan quvvatiga nasos qurilmasi quvvatini operativ ravishda moslash masalalarini tadqiq qilish muhim hisoblanadi.

## 2. Materiallar va usullar (Methods and materials)

Sug'orish tizimida qo'llaniladigan kichik energetik qurilmalarda quyoshning energiyasini akkumulyatsiyalash tizimlari bo'yicha bajarilgan tahlillar natijalariga ko'ra energiyani gidravlik usulda akkumulyatsiyalash eng maqbul usul hisoblanadi. Ushbu usulga hamda, nasos agregatini FEQ

energiyasi bilan ta'minlashga asoslangan qurilmaning sxemasi 1 – rasmda keltirilgan.

Mazkur sxema bo'yicha nasos qurilmasining ishlash vaqti quyosh faolligi vaqtiga mos etib tanlangan, sug'orish uchun suv berish vaqti esa bu ish uchun qulay bo'lgan qechqurun, ertalab va tungi soatlarda amalga oshiriladi, Shu sababli ushbu tizimda bir kunlik sug'rish uchun zarur hajmga ega napor hosil qilish uchun ma'lum balandlikda joylashgan rezervuardan foydalaniladi.



**1-rasm.** Quyosh energiyasidan foydalanishga va energiyani to'plashga mo'ljallangan nasos qurilmasi sxemasi: 1–suv manbai; 2-suv olish qurilmasi; 3–nasos; 4-nasos elektrodvigateli; 5 – suv to'plash rezervuari (energiya akkumulyatori); 6-suv sarfini rostlash va taqsimlash moslamasi; 7-foto elektrik qurilma; 8-invertor; 9-elektrodvigatel vali aylanish chastotasini o'zgartirgich; 10-boshqaruv pulti; 11-suvni iste'molchiga berish quvuri; 12-qulfaklar (зadвижкалар)

**Fig.1.** Schematic of a pumping device designed to use solar energy and collect energy: 1 - water source; 2 - water intake device; 3 - pump; 4 - pump electric motor; 5 - water storage tank (energy accumulator); 6 - water consumption adjustment and distribution device; 7 - photo electrical device; 8 - inverter; 9 - electromotor shaft rotation frequency converter; 10 - control panel; 11 - water supply pipeline to the consumer; 12 – locks

Sug'orish uchun zarur bo'lgan kunlik suv hajmi sug'orish maydoniga xos bo'lgan iqlim, tuproq turi, yer osti suvlarining joylashishi va ekin turiga bog'liq holda qabul qilinadigan sug'orish meyori asosida aniqlanadi:

$$V = m \cdot \omega, \text{ m}^3. \quad (1)$$

bunda  $m$  – sug'orish meyori (bir marta sug'orish uchun),  $\text{m}^3/\text{ga}$ ;  $\omega$  -sug'orish uchun belgilangan yer maydoni,  $\text{ga}$ .

$V$  hajmdagi suvni rezervuarga haydab berishda nasos agregatiga kerak bo'lgan energiya miqdori quyidagicha aniqlanadi [5]:

$$\mathcal{E}_n = 9,81 \int_{t_1}^{t_2} Q(t)H(t)\eta^{-1}(t) dt; \quad (2)$$

bunda  $t_1$  va  $t_2$  – nasos agregatining ishlash vaqtining boshlanishi va tugashi soatlari (bu vaqt quyosh faolligi soatlari bilan belgilanadi).

Nasosning  $t$  vaqtdagi to'liq nabori qiymati quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$H(t) = H_r(t) + \Delta H(t) \quad (3)$$

bunda  $\Delta H(t)$  - nasosning suv manбайдan suv rezervuarigacha bo'lgan masofadagi quvurlar tizimida yo'qolgan napor qiymati va bu qiymat gidravlik hisoblar yordamida aniqlanadi:

$$\Delta H(t) = \left( \sum \xi + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{Q(t)^2}{2g}. \quad (4)$$

$\sum \xi$  – quvurlardagi mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari yig'indisi,  $\lambda$  – quvurlardagi gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti,  $l$  – quvurlar uzunligi,  $d$  – quvurlar diametri,  $Q(t)$  – quvurdagi suv tezligi.

$Q(t)$  ning qiymatini nasos va quvurlar tizimi napor xarakteristikasi tenglamalaridan foydalangan holda quyidagi bog'lanish asosida aniqlaymiz:

$$Q(t) = k[H_0 - H_r(t)]^{0,5}; \quad (5)$$

bunda  $k$  – nasos qurilmasining suv oqish traktida, shu jumladan quvurlarda gidravlik qarshiliklar qiymatlarini ifodalovchi koeffitsiyent :

$$k = \frac{1}{(S_n + S_k)^{0,5}}; \quad (6)$$

$S_n$  – nasos napor xarakteristikasining koeffitsiyenti,  $S_k$  –quvurlar tizimining gidravlik qarshilik koeffitsiyenti,  $H_0$  – nasos suv berish unumdorligi nolga teng (qulfak yopiq) bo'lgan holdagi napor qiymati.

$$S_k \text{ qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi: } S_k = \Delta H_{om} / Q_{om}^2; \quad (7)$$

$Q_{omn}$  – nasos napor xarakteristikasi bo‘yicha f.i.k. ning maksimal qiymatiga mos keluvchi suv berish unumdorligi qiymati,  $\Delta H_{omn}$  qiymati  $Q_{omn}$  qiymati bo‘yicha (4) bog‘lanish orqali hisoblanadi.

$S_u$  va  $H_0$  qiymatlari B.S. Leznov metodikasi asosida nasos napor xarakteristikasi grafigi bo‘yicha hisoblanadi [6 - 9].

Shunday qilib kunning  $t$  vaqtidagi nasos quvvatini  $Q(t)$  va  $H(t)$  qiymatlari asosida quyidagi tarzda aniqlaymiz:

$$N_H(t) = 9,81 \cdot Q(t) \cdot H(t) / \eta(t); \quad (8)$$

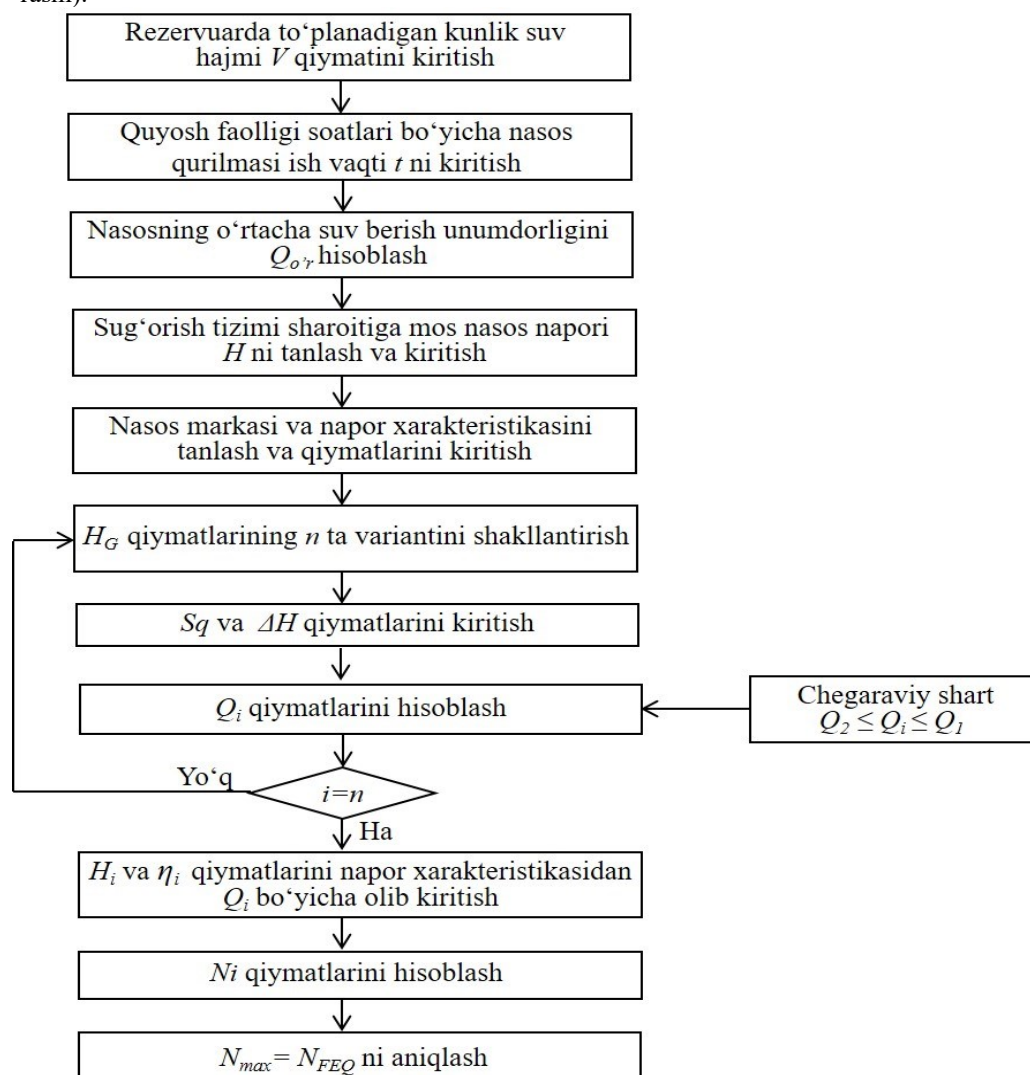
$N_H$  qiymatlarining ichida  $N_{Hmax}$  ga mos keluvchi FEQning maksimal quvvatini topish mumkin.

Mazkur metodika bo‘yicha hisoblarning EHM uchun dasturi olingan (№ DGU 14479) va uning blok–sxemasi 2 – rasmda keltiriladi.

Quyosh energiyasidan maksimal foydalanishni ta‘minlash uchun nasos quvvatini FEQ quvvatiga mos holda o‘zgartirish (moslash) zarur bo‘ladi, buni amalga oshirish uchun nasos vali aylanishlari sonini o‘zgartirish usulini tanlaymiz. Val aylanishlari soni o‘zgarganda nasoslar o‘xshashligi qonuniyatlari asosida parametrlarning o‘zgarishini qayta hisoblash uchun tavsiya etilgan tenglamalardan foydalanamiz.

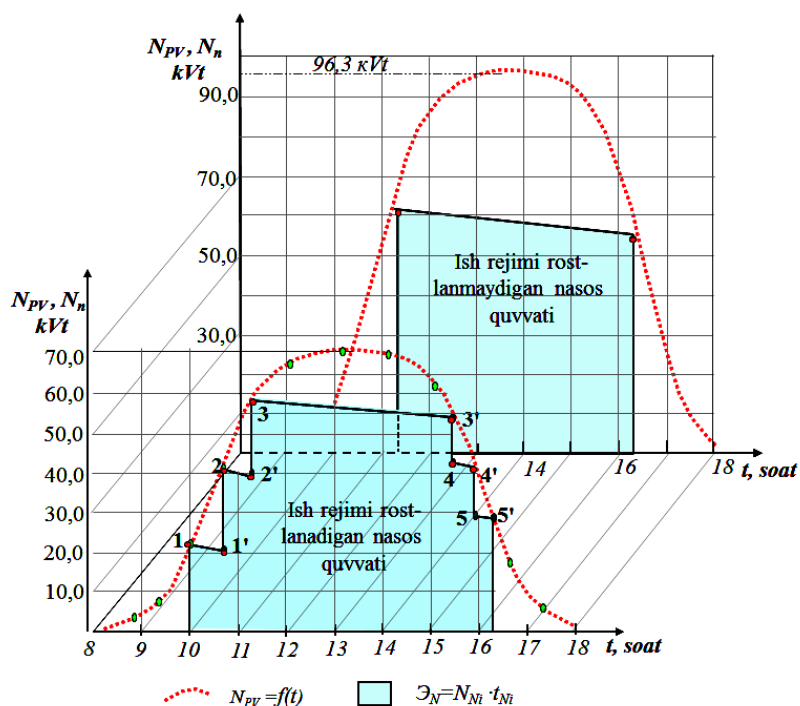
### 3. Natijalar (Results)

Ushbu metodika bo‘yicha nasos ish rejimini tashkil qilishning afzalligini misol sifatida bir marta sug‘orish uchun zarur bo‘lgan  $9000 \text{ m}^3$  suv miqdorini rezervuarda to‘plash uchun kerak bo‘ladigan energetik xarajatlar orqali aniqlaymiz. Agar ish rejimi rostlanmaydigan (bir xil aylanishlar chastotasiga ega bo‘lgan) nasosdan foydalanilsa, bu holda nasos 54,9...59,4 kW quvvatga ega bo‘ladi va  $5^{50}$  soat davomida  $9000 \text{ m}^3$  suv miqdorini to‘plash uchun 368 kW·soat elektr energiyasini iste‘mol qiladi va bu energiyani ishlab chiqarishda FEQning maksimal quvvati  $N_{PV} = 96,3 \text{ kW}$ ni tashkil etadi (3 – rasm).



2 - rasm. FEQning quvvatini hisoblash metodikasi blok-sxemasi

Fig. 2. Block diagram of the method of calculating the power of the Photo-Energetic Device



3 - rasm. Nasos qurilmasi va FEQ quvvatlari grafigi

Fig. 3. Graph of Pumping Device and Photo Energy Device Capacities

Ushbu rasmdagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, FEQ elektr energiyasining deyarli 40 % miqdori nasos qurilmasi tomonidan foydalanilmasdan qolmoqda. Agar nasos aylanishlar chastotasini o‘zgartirish usulidan foydalanilsa, nasos quvvatini  $N_{PV}$  ga moslash hisobidan 9000 m<sup>3</sup> suv miqdorini to‘plash uchun 314,5 kW·soat elektr energiyasi kerak bo‘ladi va bu energiyani ishlab chiqarishda FEQning maksimal quvvati 70 kWni tashkil etadi, bu esa FEQning 81 % energiyasidan foydalanish imkonini beradi.

#### 4. Munozara (Discussion)

Yuqoridagi hisoblardan ko‘rinib turibdiki, nasos qurilmasi ish rejimini to‘liq ravishda FEQ quvvati miqdoriga moslash uchun nasos suv berish unumdorligi  $Q(t)$  va ishchi g‘ildirak aylanishlar chastotasini  $n(t)$   $N_{PV}(t)$  qiymatlariga mos ravishda o‘zgartirish kerak. Buning uchun qurilmasining maksimal quvvatiga mos keluvchi nasos tanlanib, uning ishchi xarakteristikasi quriladi. Quyosh faolligi past bo‘lgan vaqtlarda FEQ quvvatidan foydalanish uchun nasos vali aylanishlar soni kamaytiriladi va ushbu quvvatga mos keluvchi nasos parametrlari aniqlanadi. Ma‘lum vaqt ichida FEQ quvvati oshadi va bunga mos ravishda nasos vali aylanishlar sonini ham ko‘paytirib, nasos quvvati oshiriladi. Quyosh faolligi maksimal bo‘lganda nasos o‘zining meyoriy, belgilangan aylanishlar chastotasi bilan ishlaydi. Kunning ikkinchi yarmida quyosh faolligi kamayganda yana nasos vali aylanishlari soni kamaytiriladi. Shu tariqa nasos ish rejimi FEQ ish rejimiga bosqichma-boqich maksimal ravishda moslashtiriladi.

#### 5. Xulosa (Conclusion)

1. Quyosh energiyasidan foydalanish va suv miqdorini (energiyani) akkumulyatsiyalash asosidagi ekinlarni sug‘orishga mo‘ljallangan kichik energetik qurilmaning sxemasi taklif etildi.

2. Fotelektrik qurilma, energiyani suvni to‘plash rezervuarida gidravlik akkumulyatsiyalash uchun xizmat qiladigan nasos qurilmasining asosiy parametrlarini aniqlash bo‘yicha yangi metodika ishlab chiqildi. Bu metodikaning boshqa metodikalardan asosiy farqi shundan iboratki, kun davomida fotelektrik qurilmaning ishlab chiqaradigan o‘zgaruvchan energiyasi miqdoriga mos keluvchi nasos ish rejimini val aylanishlari chastotasini o‘zgartirish usuli bilan rostdlash parametrlarini hisoblashning aniq va sodda grafoanalitik usuli taklif etilgan.

3. Taklif etilgan metodika bilan sug‘orish tizimidagi nasos quvvati 58,3 kW, FEQ quvvati 70 kW bo‘lgan fotelektrik nasos qurilmasi parametrlarini hisoblash natijalari, nasos ish rejimini rostdlash usuli qo‘llanilganda FEQ maksimal quvvati, nasos o‘zgarimas rejimda ishlagan rejimiga nisbatan 27 %



kam talab qilinishi, quyosh energiyasi quvvatidan nasos qurilmasining foydalanish darajasi 80...90 % gacha borishini ko'rsatdi.

## ADABIYOT

1. Senthil Kumar S., Chidambaranathan Bibin., Akash K., Aravindan M., Kishore G. Magesh Solar powered water pumping systems for irrigation /A comprehensive review on developments and prospects towards a green energy approach. *Materials today proceedings*. - 2020. –Vol. 33. – P. 1. pp. 303 – 307.
2. Solar pumping for irrigation: Improving livelihoods and sustainability, The // International Renewable Energy Agency // Abu Dhabi. 2016. - *Solar\_Pumping\_for\_Irrigation\_2016*.
3. O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligi Vazirligi sayti.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020 — 2030 yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" gi PF-6024-son Qarori.
5. Urishev B., Nasos stansiyalarning ekspluatatsiyasi va energetik samaradorligini oshirish. *Monografiya* . – Qarshi: "Intellect nashriyoti. 2021. – 132 b.
6. Гайибов Т. Выбор оптимальных параметров солнечных фотоэлектрических станций и аккумуляторов в распределительных электрических сетях /Сборник материалов международной онлайн конференции. Тенденции развития современной физики полупроводников. НИИ Физика полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистан. - 2020. - С. 237-242.
7. Gayibov T., Fayziyev M., Toshev T. Tarkibida qayta tiklanuvchan energiya manbalarida ishlovchi elektr stansiyalari mavjud bo'lgan elektr energetika tizimlarining rejimlarini optimallashtirish // *Innovatsion Texnologiyalar*. – 2022. - № 47(4). – pp. 26–29.
8. Gayibov T., Toshev T. (2023). Quyosh fotoelektr stansiyalari elementlarining optimal tarkibini tanlash masalasining matematik modeli va uni yechish algoritmi // *Innovatsion Texnologiyalar*.- 2023. - № 50(02). – pp. 13–21.
9. Гайибов Т.Ш., Тошев Т.У. Автоном куёш фотоэлектр тизимларининг таркибини оптимallashtiriш // *Энергия ва ресурс тежаш муаммолари журна*ли. - 2023. Махсус сон - № 84. – Б. 292-298.

## REFERENCES

1. Senthil Kumar S., Chidambaranathan Bibin., Akash K., Aravindan M., Kishore G. Magesh Solar powered water pumping systems for irrigation. // *A comprehensive review on developments and prospects towards a green energy approach. Materialstoday proceedings*. 2020. vol. 33. pp 303 – 307.
2. Solar pumping for irrigation: Improving livelihoods and sustainability, The International Renewable Energy Agency // Abu Dhabi. 2016. - *Solar\_Pumping\_for\_Irrigation\_2016*.
3. Website of the Ministry of Water Management of the Republic of Uzbekistan. (In Uz.).
4. Resolution No. PF-6024 of the President of the Republic of Uzbekistan dated July 10, 2020 "On approval of the concept of water management development of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030". (In Uz.).
5. Urishev B., Improvement of operation and energy efficiency of pumping stations // *Monograph Against. "Intellect" publishing house 2021*. p. 132. (In Uz.).
6. Gayibov T. Selection of optimal parameters of solar photovoltaic stations and batteries in electrical distribution networks // *Collection of materials of the international online conference "Development trends of modern semiconductor physics". Research Institute of Physics of Semiconductors and Microelectronics at the National University of Uzbekistan, 2020*. pp. 237-242 (In Russ.).
7. Gayibov T.Sh., Fayziev M.M., Toshev T.U. Optimizing the regimes of electric power systems, which include power plants operating on renewable energy sources. *Innovative Technologies*, 2022, Special issue. pp. 26-29 Available at: (In Uz.).
8. Gayibov T., Toshev T. (2023). Mathematical model of the problem of selecting the optimum composition of the elements of solar photoelectric plants and the algorithm for its solution. *Innovative Technologies*, 2023, 50(02), pp. 13–21. (In Uz.).
9. Gayibov T.Sh., Toshev T.U. Optimization of the composition of autonomous solar photovoltaic systems // *Journal of energy and resource conservation issues*. 2023, Special issue no. 84, pp. 292-298. (In Uz.).