

**QUYOSH ENERGETIKASI//СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА//SOLAR ENERGY**

УО‘К 620.383

**IKKI QIYA KONSTRUKSIYALI AVTONOM GELIOISSIQXONALARNING  
TEXNIK-IQTISODIY SAMARADORLIGINI BAHOLASH****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** - assistentORCID: 0009-0008-2886-6822 E-mail: [raxmatov\\_obid@mail.ru](mailto:raxmatov_obid@mail.ru)*Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston*

**Annotatsiya. Kirish.** Jahonda va O‘zbekistonda avtonom issiqxonalarni energiya ta‘minotida muqobil energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini baholash, issiqxonalarning rivojlantirish tendensiyalari va o‘zgaruvchan iqlim sharoitlarida issiqxonalarni energiya samaradorligini oshirish va uzluksizligini ta‘minlash imkonini beradigan kombinatsiyalashgan quyosh-issiqlik nasosli energetik qurilma qo‘llash muhim ahamiyat kasb etmoqda.

**Usul va materiallar.** Kombinatsiyalashgan energetik qurilmaning texnologik sxemasi taklif qilingan. Qashqadaryo hududlarida harorat o‘zgarish dinamikasi GIS texnologiyalari asosida olingan. Ikki qiya konstruksiyali avtonom gelioissiqxonalarning iqtisodiy samaradorligini baholashda “Sof diskont” usulidan foydalanildi.

**Natijalar.** Qashqadaryo viloyatida joylashgan 50 m<sup>2</sup> foydali maydonga ega issiqxonalarda issiqlik nasoslaridan foydalanish hisobiga 127,6 mln. so‘m iqtisod qilish va qurilmani qoplash muddati 5 yilni tashkil qilishi baholangan. Bunda iqtisodiy rentabillik yiliga taxminan 20,79% ni tashkil qilgan.

**Xulosa.** Taklif etilayotgan kombinatsiyalashgan energetik qurilma yordamida avtonom issiqxonalar uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan ta‘minlanadi, qo‘shimcha ravishda qishloq xo‘jalik mahsulotlari quritiladi. Bundan tashqari o‘zgaruvchan iqlim sharoitlarida changni tozalash va qizishdan saqlash orqali quyosh fotoelektrik qurilmalarning energiya samaradorligini 20-30 % gacha oshirish imkoniga ega bo‘lishi asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** avtonom issiqxona, quyosh fotoelektr qurilmasi, issiqlik nasosi, energiya samaradorlik.

*Дата поступления: 18.07.2024. После обработки: 31.07.2024. Принято печать: 17.09.2024*

УДК 620.383

**ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТНОМНЫХ  
СОЛНЕЧНЫХ ТЕПЛИЦ С ДВУМЯ НАКЛОННЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ****Сафаров Алишер Бекмуродович** – докторант (DSc)ORCID: 0000-0003-1164-9027 E-mail: [a-safarov91@mail.ru](mailto:a-safarov91@mail.ru)**Рахматов Обид Ибод угли** – ассистентORCID: 0009-0008-2886-6822 E-mail: [raxmatov\\_obid@mail.ru](mailto:raxmatov_obid@mail.ru)*Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан*

**Аннотация. Введение.** Важное значение в мире и Узбекистане приобретает оценка возможностей использования альтернативных источников энергии в энергоснабжении





автономных теплиц, тенденций развития теплиц и применение комбинированного солнечно-теплового насоса, позволяющего повысить энергоэффективность и обеспечить непрерывность работы теплиц в изменяющихся климатических условиях.

**Методы и материалы.** Предложена технологическая схема комбинированной энергетической установки. Динамика изменения температуры в районах Кашкадарьи получена на основе ГИС-технологий. При оценке экономической эффективности автономных гелиогарниц с двумя наклонными конструкциями применялся метод “чистого дисконта”.

**Результаты.** За счет использования тепловых насосов в теплицах с полезной площадью 50 м<sup>2</sup>, расположенных в Кашкадарьинской области, 127,6 млн. срок окупаемости Сум и устройства оценивается в 5 лет. При этом экономическая доходность составила около 20,79% в год.

**Вывод.** С помощью, предлагаемой комбинированной энергетической установки Автономные теплицы обеспечиваются бесперебойным теплом и электричеством, кроме того, происходит осушение сельскохозяйственной продукции. Он также основан на том факте, что солнечные фотоэлектрические устройства могут повысить энергоэффективность на 20-30% за счет удаления пыли и защиты от перегрева в изменяющихся климатических условиях.

**Ключевые слова:** автономная теплица, солнечная фотоэлектрическая установка, тепловой насос, энергоэффективность.

UDC 620.383

## ASSESSMENT OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF AUTONOMOUS SOLAR GREENHOUSES WITH EVEN-SPAN STRUCTURES

Safarov Alisher Bekturodovich - doctoral student (DSc),  
ORCID: 0000-0003-1164-9027 E-mail: [a-safarov91@mail.ru](mailto:a-safarov91@mail.ru)

Rakhmatov Obid Ibod ugli - assistant  
ORCID: 0009-0008-2886-6822 E-mail: [raxmatov\\_obid@mail.ru](mailto:raxmatov_obid@mail.ru)

Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

**Annotation. Introduction.** The assessment of the possibilities of using alternative energy sources in the energy supply of autonomous greenhouses, greenhouse development trends and the use of a combined solar-heat pump, which allows to increase energy efficiency and ensure the continuity of greenhouse operation in changing climatic conditions, is of great importance in the world and Uzbekistan.

**Methods and materials.** A technological scheme of a combined power plant is proposed. The dynamics of temperature changes in the Kashkadarya regions was obtained on the basis of GIS technologies. The “net discount” method was used to assess the economic efficiency of autonomous solar cookers with two inclined structures.

**Results.** Due to the use of heat pumps in greenhouses with a useful area of 50 m<sup>2</sup> located in the Kashkadarya region, 127.6 million Soums and the device payback period is estimated at 5 years. At the same time, the economic profitability was about 20.79% per year.

**Conclusion.** With the help of the proposed combined power plant, Autonomous greenhouses are provided with uninterrupted heat and electricity, in addition, agricultural products are drained. It is also based on the fact that solar photovoltaic devices can increase energy efficiency by 20-30% by removing dust and protecting against overheating in changing climatic conditions.

**Keywords:** autonomous greenhouse, solar photovoltaic installation, heat pump, energy efficiency.





## Kirish

Jahonda avtonom issiqxonalarni uzluksiz va ishonchli elektr va issiqlik energiyasi ta'minotini ishlab chiqishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. 2022-yilda 1,7 milliard AQSh dollariga baholangan Smart issiqxonalarning global bozori 2030-yilga borib 3,6 milliard AQSh dollari miqdoriga yetishi kutilmoqda va 2022-2030-yillardagi tahlil davrida yillik o'sish surati (Compound Annual Growth Rate, CAGR) 9,5 foizga oshishi kutilmoqda. Hisobotda tahlil qilingan segmentlardan biri bo'lgan apparat 9 foizga CAGRni qayd etishi va tahlil davri oxiriga kelib 2,9 milliard AQSh dollariga yetishi kutilmoqda. Dasturiy ta'minot va xizmatlar segmentidagi o'sish keyingi 8 yillik davr uchun CAGR 12% ga baholanmoqda [1].

Tadqiqot ishida qayta tiklanadigan energiya manbalari asosida issiqxonalarni energiya ta'minotini ishlab chiqish va samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari tahlil qilindi. Qishloq xo'jaligi issiqxonalarni geotermal manbali issiqlik nasosi yordamida issiqlik bilan ta'minlash sohasida foydali model ma'lum bo'lib, u issiqxona, tuproq issiqlik almashtirgich, sirkulyatsion suv nasoslari, bug'latgich, kompressor, kondensator, haroratni o'lchash datchigi, issiqlikni nazorat qiluvchi kontroller, issiqlik saqlash uchun suv baki va suv harakatlanuvchi quvurlardan tarkib topgan. Geotermal manbali issiqlik nasosi yordamida qishloq xo'jalik issiqxonalarni isitish an'anaviy isitish tizimiga (elektr energiyasi va tabiiy gaz) nisbatan 6 foizgacha samarador ekanligi keltirilgan. Qurilmaning kamchiligi issiqxonalarni faqat issiqlik bilan ta'minlanishi va elektr energiyasi iste'moli tarmoqdan olinishi qurilmaning samaradorligini pasaytirgan [2].

Avtonom issiqxonalarni issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlashda quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha ixtiro ma'lum bo'lib, u avtonom issiqxona, quyosh kollektori, issiqlik akkumulyatorli bak, sirkulyatsion suv nasosi, ketma-ket ulangan issiqlik akkumulyatorli quvurlar, elektr ventilyator, quyosh fotoelektrik batareyalari, qor qoplamasidan himoya shiti, teskari klapanlar, tuproq issiqlik almashtirgich va suv harakatlanuvchi quvurlar tashkil topgan. Avtonom issiqxonani quyosh bo'lmagan vaqtlarda isitishda quyosh kollektori yordamida yer ostidagi issiqlik akkumulyatorli bakda yig'ilgan issiq suvdan foydalaniladi. Issiqxonadagi elektr qurilmalar ya'ni ventilyatorlar va sirkulyatsion suv nasoslari elektr energiyasi quyosh panellari yordamida ta'minlanadi. Qor ko'p yog'adigan hududlar uchun qor qoplamasidan himoya shiti ham taklif qilingan. Avtonom issiqxonani issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlashdagi kamchiliklar: quyosh energetik qurilmalariga (quyosh kollektorlari va quyosh fotoelektrik batareyalari) texnik xizmat ko'rsatish murakkabligi, keskin kontinental iqlim sharoitlarida (harorat va changlanganlik darajasini me'yoridan oshib ketishi) quyosh fotoelektrik batareyalarining samaradorligini pasayishi, yer ostidagi issiqlik akkumulyatorli bakdagi issiq suvdan foydalanganilganda ma'lum vaqtdan keyin (3 soatdan 5 soatgacha, tashqi haroratga bog'liq) uning harorati keskin o'zgarishi hisobiga elektr va issiqlik tizimining ishonchliligini pasaytirgan [3].

Xufei Yang va bir guruh olimlar issiqxonalarni isitish uchun quyosh issiqlik energiyasini akkumulatsiya qilish imkoniga ega geotermal issiqlik nasosli isitish tizimini samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Maqsadli issiqxona Venlo tipidagi shisha issiqxona bo'lib, maydoni 112 m<sup>2</sup> (uzunligi: 14,0 m, kengligi: 8,0 m, tizma balandligi: 4,5 m, karvon balandligi: 3,5 m). Issiqxona atrofi strukturasida ikki qavatli shisha oynadan (5 mm + 6 mm + 5 mm) va issiqxonaning ustki qismi 5 mm qattiqlashtirilgan shishadan iborat. Yozda issiqxonani sovutish uchun bug'lanish sovutish tizimi qo'llaniladi va quyoshdan himoya qiluvchi maxsus parda o'rnatilgan. Issiqxonada nominal quvvati 10,66 kW, issiqlik quvvati 38,4 kW ga ega suv-suv tipidagi issiqlik nasosidan umumiy yuzasi 40 m<sup>2</sup>, har birining uzunligi 1800 mm va diametri 58 mm bo'lgan vakum quyosh kollektorlardan, issiqlikni akkumulyatsiya qilish imkoniga ega 5 m<sup>3</sup> bo'lgan bakdan foydalanilgan [4].

Tunislik olim Sameh Agrebi tadqiqotlarida quyosh energetik qurilmalari bilan kombinatsiyalashgan issiqlik nasosini Tunis davlatida joylashgan issiqxonalarni isitishda qo'llash imkoniyatlarini baholangan [5]. O'lchamlari asos 12,5x8 m, balandlik 2 m, tom qismi 19,8x1 m bo'lgan shisha bilan o'ralgan 100 m<sup>2</sup> yuzali issiqxonada nazariy va tajribaviy tadqiqotlar olib



borilgan. Tunis davlati iqlim sharoitlarida  $2 \text{ m}^2$  yuzali quyosh kollektori 1,5 dan 4 kW gacha issiqlik energiyasini berishi aniqlangan, ushbu issiqxonada “suv-suv” tizimli 10 kW issiqlik nasosidan foydalanishni ilmiy asoslari keltirilgan. Natijalarga ko‘ra issiqlik nasosining samaradorligi (COP) qiymatlari mos ravishda 2,8 va 3,7 ga teng ekanligi aniqlangan.

L.A. Aliyarova past potentsialli quyosh qurilmalaridan foydalanib issiqxona havosiga issiqlik-namlik ishlov berish tizimini ishlab chiqish va parametrlarini asoslash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan [6]. Tajriba tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, kombinatsiyalangan quyosh kollektorining o‘rtacha kunlik FIK ga teng bo‘ldi, bu qiymat xuddi shunday havoli quyosh kollektoriga qaraganda 15...16% ga, suvli quyosh kollektoriga qaraganda 13...15% ga yuqori ekanligi aniqlangan. Qarshi shahri sharoitida foydali maydoni  $100 \text{ m}^2$  bo‘lgan issiqxonada ventilyatsiya havosiga issiqlik namlik ishlov berish uchun kombinatsiyalashgan suv-havo quyosh kollektorli gelioqizdirish tizimini qo‘llanilishi issiqxona ekspluatatsiyasining bir davrida elektr energiyasini tejash imkonini bergan va energiya xarajatlari an‘anaviy tizimga qaraganda 22...25% ga kamaytirishga erishilgan.

Sh.H. Ergashev muqobil energiya manbalari asosida kombinatsiyalashgan “chorvachilik gelioissiqxona kompleksi”ning energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan [7]. Ishchi maydoni  $180 \text{ m}^2$  bo‘lgan gelioissiqxonaning maksimal issiqlik yuklamasi 34,2 kW bo‘lib, surunkali bulutli kunlarda chorvachilik binosidagi chorva mollaridan ajraladigan issiqlikni gelioissiqxonaga utilizatsiya qilish natijasida o‘rtacha 12,9 kW (38 %) issiqlik bilan ta‘minlanishi aniqlangan. Chorvachilik chiqindilarini bioreaktorda qayta ishlash vositasida olingan biogazni suv qizdirish qozonida yoqish orqali 21,3 kW (62%) issiqlik quvvati olinishi aniqlangan.

Yuqoridagi tahlillarga asosan issiqxonalarni muqobil energiya manbalari qurilmalaridan foydalanib issiqlik va elektr ta‘minoti tizimini ishlab chiqish energiya uzluksizligi va ekologik muammolarni barqarorlashtirishda muhim ahamiyat kasb etgan.

Erishilgan muvaffaqiyatlarga qaramasdan, keskin kontinental iqlim sharoitlarida quyosh-issiqlik nasosli issiqxonalarning avtonom energiya ta‘minoti tizimini ishlab chiqish, issiqxonalarning quyosh-issiqlik nasosli energetik qurilmalari asosidagi avtonom energiya ta‘minoti tizimini modellashtirish va tadqiq qilish, keskin kontinental iqlim sharoitlarida issiqxonalarning quyosh fotoelektrik qurilmalari sirtini tozalash va qizishdan saqlash texnologiyasini ishlab chiqish va issiqxonalarning quyosh-issiqlik nasosli energetik qurilmalari asosidagi avtonom energiya ta‘minoti tizimining texnik-iqtisodiy ko‘rsatgichlarini hisoblash va iqtisodiy samaradorligini baholash bo‘yicha tadqiqotlar yetarlicha o‘rganilmagan.

**Tadqiqotning maqsadi** keskin kontinental o‘zgaruvchan iqlim sharoitlarida avtonom issiqxonalarni uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan ta‘minlovchi, energiya tejamkor kombinatsiyalashgan issiqlik nasosi va quyosh fotoelektrik batareyali energetik qurilma ishlab chiqishdan iborat.

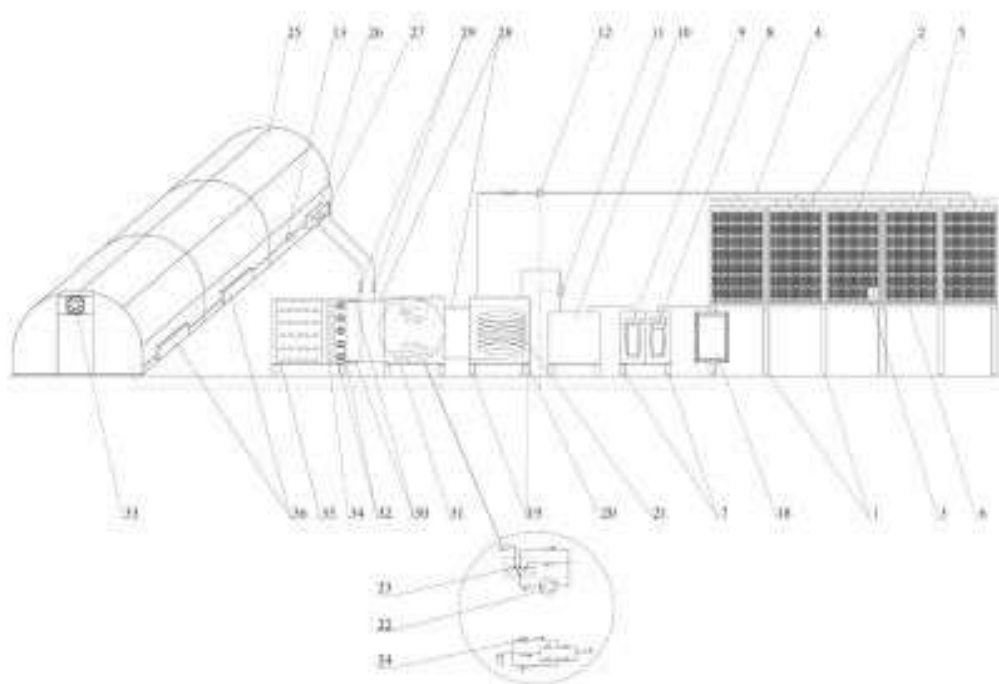
### Usul va materiallar

Kombinatsiyalashgan energetik qurilma quyidagi tartibda ishlaydi: metal ramalarda (1) mustahkam o‘rnatilgan quyosh fotoelektrik batareyalari (2) vositasida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi shitda (18) o‘rnatilgan zaryadlash va razryadlash kontrolleriga (14) uzatiladi, zaryadlash va razryadlash kontrolleridan (K) (14) akkumulyatorlarga (AKB) (16) elektr energiyasi zahiralanadi, zahiralangan elektr energiyasi inverter (IN) (17) qurilmasi orqali sirkulyatsion suv nasoslari (11,12,13), ventilyatorlar (32,33) va boshqarish imkoniga ega to‘rt quvurli klapanlar (23) elektr energiyasi bilan ta‘minlanadi, quyosh fotoelektrik batareyalarida (2) o‘rnatilgan harorat va changlanganlikni o‘lchovchi datchiklardan (3) signal shitga (18) o‘rnatilgan harorat rejimini boshqaruvchi kontrollerga (HChK) (15) uzatiladi, quyosh fotoelektrik batareyalarida (2) harorat  $+25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  va changlanganlik darajasi  $5\text{g/m}^2$  oshganda quyosh fotoelektrik batareyalari (2) ustida joylashtirilgan katta (4) va kichik (5) suv quvurlari orqali quyosh fotoelektrik batareyalari (2) to‘liq sirti bo‘ylab harorati  $+15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  bo‘lgan suv yuqoridan pastga qarab harakatlanadi, bunda quyosh fotoelektrik batareyalari (2) to‘liq sirti changdan tozalanadi va sovutiladi, iflos suv quyosh fotoelektrik batareyalari (2) ostidagi gorizontga nisbatan  $10^{\circ}$  burchak ostida o‘rnatilgan yarim slindr shaklidagi quvur (6) orqali ikki bosqichli suvni tozalash filtrlariga (8,9) yo‘naltiriladi,





tozalangan suv filtrlardan (8,9) qo'shimcha suvni yig'ish bakiga (10) yo'naltiriladi, suvni yig'ish bakidagi (10) toza suv sirkulyatsion suv nasosi (11) orqali metal tayanchga (19) biriktirilgan izolyatorli suv bakiga (20) yuboriladi. Bug'latgichga (21) kiruvchi freonning harorati  $+10^{\circ}\text{C}$  bo'lib, bug'latgichdan (21) chiqishda o'rtacha  $+12...+15^{\circ}\text{C}$  ni tashkil qiladi, bu haroratli freon to'rt quvurli klapandan (23) o'tib kompressorga (22) siqiladi va harorat  $+50...+60^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tariladi, avtonom issiqxonadagi issiqlik akkumulyatorli suv bakida (26) joylashtirilgan issiqlik rejimida kondensatorga (27)  $+50...+55^{\circ}\text{C}$  haroratli freon kiradi bunda  $+5^{\circ}\text{C}$  quvurlarda isrof bo'ladi, suv bakidagi (26)  $+45...+55^{\circ}\text{C}$  haroratli suv sirkulyatsion suv nasosi (13) vositasida avtonom issiqxonadagi (25) issiqlik almashtirgichlariga (36) uzatiladi, kondensatordan (27)  $+20...+25^{\circ}\text{C}$  haroratli freon chiqib drossel ventil (24) kiradi va harorati  $+10^{\circ}\text{C}$  bo'lib chiqib, bug'latgichga (21) kiradi jarayon shu tariqa doimiy davom etadi, bunda qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish apparati (35) tizimidagi ventillar (30) yopiq bo'ladi, qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish apparatiga (35) o'rnatilgan kondensatorga (27)  $+50...+55^{\circ}\text{C}$  haroratli freon kiradi, bunda ventilyator (32) orqali  $+45...+50^{\circ}\text{C}$  issiq havo quritgichga uzatiladi, kondensatordan (34)  $+20...+25^{\circ}\text{C}$  haroratli freon chiqib drossel ventil (24) kiradi va harorati  $+8...+10^{\circ}\text{C}$  bo'lib chiqib, izolyatorli suv bakiga kiradi, bunda avtonom issiqxona (25) tizimidagi ventillar (29) yopiq bo'ladi. Izolyatorli suv bakida (20) harorati  $+10...+20^{\circ}\text{C}$  bo'lgan suv doimiy saqlanadi. Avtonom issiqxonaning elektr jihozlari, kopressor (22) va boshqarish imkoniga ega to'rt quvurli klapan (23) elektr energiyasi ta'minotida akkumulyator batareyalarida (16) yig'ilgan elektr energiyadan foydalaniladi, shu asnosda  $-10...+20^{\circ}\text{C}$  past haroratlarda avtonom issiqxona va quritgich apparati (35) energiya tejankor uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. 1-rasmda kombinatsiyalashgan energetik qurilmaning texnologik sxemasi keltirilgan. Ushbu avtonom issiqxona uchun Adliya Vazirligidan foydali modelga patent olingan (№ FAP 2431, 06.03.2024) [8].

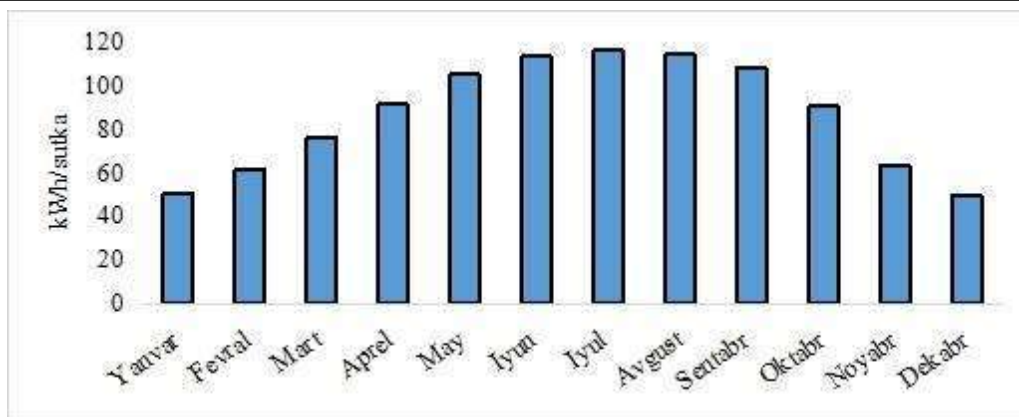


**1-rasm. Kombinatsiyalashgan energetik qurilmaning texnologik sxemasi.**

**Figure 1. Technological scheme of the combined power plant.**

### Natijalar

Qashqadaryo viloyatida gorizontga nisbatan  $38^{\circ}$  burchak ostida o'rnatilgan 15 kW quvvatli quyosh panellari yillik o'rtacha elektr energiyasi ishlab chiqarish 86,17 kWh/sutka, yillik umumiy ishlab chiqargan elektr energiyasi 31435,27 kWh ga teng (2-rasm) [9].



2-rasm. 15 kW quvvatli quyosh panellarini ishlab chiqargan elektr energiyasi ko'rsatgichlar.

Figure 2. Electricity indicators produced by 15 kW solar panels.

3-rasmda Qashqadaryo viloyatida tashqi haroratning o'zgarish dinamikasi keltirilgan. Bunda issiqlik nasoslarning ish rejim parametrlarini tashqi haroratga bog'liq tahlil qilamiz.



3-rasm. Qashqadaryo viloyatida harorat o'zgarish dinamikasi.

Figure 3. Dynamics of temperature change in Kashkadarya region.

4-rasmda 50 m<sup>2</sup> foydali yuzaga ega issiqxonalarni isitish quvvati 11,6 kW va sovutish quvvati 2,94 kW bo'lgan SILA AM-12 I-EVI (HC) tipli issiqlik nasosining iqtisodiy samaradorlik ko'rsatgichlari keltirilgan [10]. Bunda issiqxona ichidagi harorat 35 °C deb qabul qilingan. Issiqlik nasosining texnik parametrlari: ishlash harorati -25 °C dan +45 °C, havo sarfi 3000 m<sup>3</sup>/h, samaradorligi COP=5,8 va energiya tejamlorligi 80% ni tashkil qiladi.

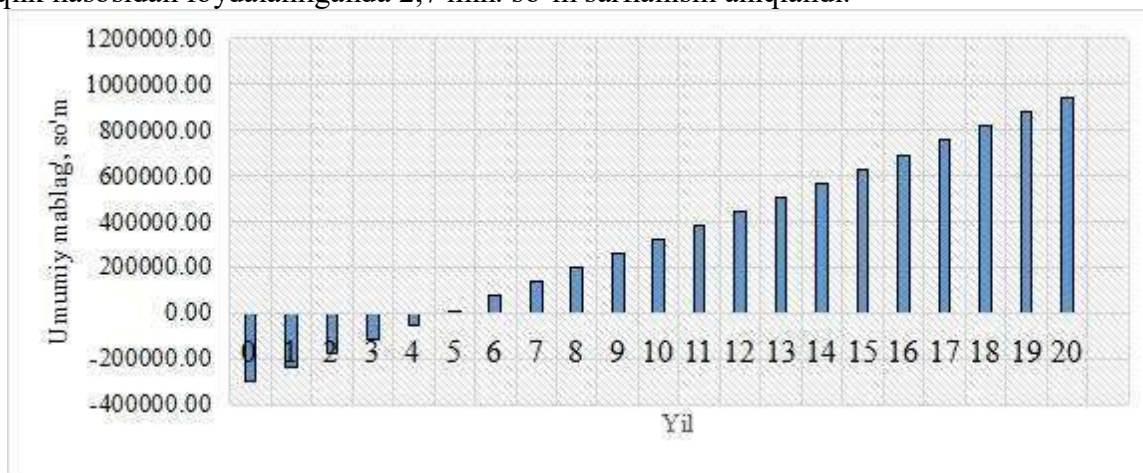


4-rasm. Issiqxonalarda issiqlik nasosidan foydalanish samaradorlik ko'rsatgichlari.



**Figure 4. Efficiency indicators of heat pump use in greenhouses.**

Avtonom issiqxonani sovuqli kunlarda elektr energiyasi bilan isitishda 8,4 mln. soʻm, issiqlik nasosidan foydalanilganda 2,7 mln. soʻm sarflanishi aniqlandi.



**5-rasm. Issiqlik nasosini oʻrnatishdagi iqtisodiy samaradorlik koʻrsatkichlari.**

**Figure 5. Indicators of economic efficiency in heat pump installation.**

### Xulosa

Taklif etilayotgan issiqlik nasosining tan narxi 40,4 mln. soʻm va qoplash muddati 5 yil boʻlib, 20 yilda 127,6 mln. soʻm iqtisod qilish mumkin. Bunda iqtisodiy rentabillik yiliga taxminan 20,79% ni tashkil qiladi. Gelioissiqxonalarni quyosh-issiqlik nasosoli kombinatsiyalashgan qurilmalar orqali energiya samaradorligini oshirishda tashqi harorat va quyosh radiatsiyasi oʻzgarishi muhim ahamiyatga ega. Taklif etilayotgan kombinatsiyalashgan energetik qurilma yordamida avtonom issiqxonalar uzluksiz issiqlik va elektr energiyasi bilan taʼminlanadi, qoʻshimcha ravishda qishloq xoʻjalik mahsulotlari quritiladi. Bundan tashqari oʻzgaruvchan iqlim sharoitlarida changni tozalash va qizishdan saqlash orqali quyosh fotoelektrik qurilmalarning energiya samaradorligini 20-30% gacha oshirish imkoniga ega boʻlishi asoslangan.

### Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] Smart Greenhouse Global Strategic Industry Report 2023-2030: AgTech Emerges as New Buzzword in Agricultural, Growing Adoption of IoT Presents Vast Opportunities. Dublin. 2023.
- [2] Xu Weidong, Liu Feng, Li Kay, Gu Jian. A kind of ground-source heat pump system for agricultural greenhouse. Patent [CN207247623U, 17.04.2018]
- [3] Милкин Владимир Иванович. Автономная теплица с ночным обогревом и дневной вентиляцией солнечной энергией. Патент [RU 2 760162C1, 22.11.2021]
- [4] Xufei Yang, Dongliang Sun, Jingfa Li, Changyong Yu, Yajun Deng, Bo Yu. Demonstration study on ground source heat pump heating system with solar thermal energy storage for greenhouse heating. Journal of Energy Storage. 54 (2022) 105298. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105298>
- [5] Sameh Agrebi, Ridha Chargui, Bourhan Tashtoush, Amen Allah Guizani. Comparative performance analysis of a solar assisted heat pump for greenhouse heating in Tunisia. International Journal of Refrigeration. 131 (2021) 547–558. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2021.06.004>
- [6] Aliyorova L.A. Issiqxonalarda havoga issiqlik-namlik ishlov berish uchun gelioqizdirish tizimini ishlab chiqish. Avtoreferat. Qarshi 2022. 10-15 b.
- [7] Ergashev Sh.H. Muqobil energiya manbalari asosida kombinatsiyalashgan “chorvachilik gelioissiqxona kompleksi” ning energiya samaradorligini oshirish. Avtoreferat. Qarshi 2022. 10-22 b.



- [8] Uzoqov G'.N., Safarov A.B., Raxmatov O.I., Davlonov X.A., Mamedov R.A. "Avtonom issiqxona" (№ FAP 2431, 06.03.2024).
- [9] <https://e-solarpower.ru/kalkulyator-vyrabotki-sb/>
- [10] <https://mircli.ru/SILA-AM-12-I-EVI-HC/>

*Correspondence: Safarov Alisher Bekmurodovich - Doctoral student (DSc),  
E-mail: [a-safarov91@mail.ru](mailto:a-safarov91@mail.ru)*

