TURAR-JOY BINOLARIDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIGA ASOSLANGAN GIBRID ENERGIYA TA'MINOTI TIZIMLARI

Ibragimov Umidjon Xikmatullayevich
Texnika fanlari doktori (DSc),prof, "Energetika muhandisligi" kafedrasi, Qarshi davlat texnika universiteti
Fayziyev To'lqin Amirovich
Professor, "Energetika muhandisligi" kafedrasi, Qarshi davlat texnika universiteti
Temirova Lobar Zokirovna
Tayanch doktorant, "Energetika muhandisligi" kafedrasi, Qarshi davlat texnika universiteti

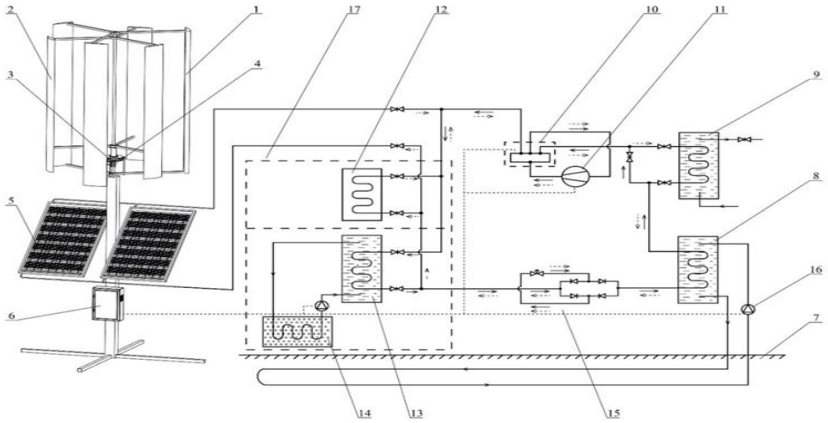
Annotatsiya. Ushbu maqolada yashash uylarining avtonom energiya ta'minoti tizimlari, ularning energiya samaradorligi va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. Quyosh fotoelektrik panellari, quyosh issiqlik kollektorlari, geotermal energiya, issiqlik nasoslari hamda gibrid isitish tizimlariga oid mahalliy va xorijiy ilmiy tadqiqotlar o'rganilgan. Turli energiya manbalarini birlashtirish orqali turar-joy binolarining issiqlik va elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojini qoplash, an'anaviy yoqilg'i sarfini kamaytirish hamda energiya ta'minoti barqarorligini oshirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, avtonom tizimlarning samaradorligiga ta'sir etuvchi iqlim sharoitlari, boshlang'ich investitsiya xarajatlari, energiyani saqlash va boshqarish bilan bog'liq muammolar tahlil qilingan. O'rganilgan tadqiqotlar asosida O'zbekiston sharoitida energiya tejamkor, ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul avtonom energiya ta'minoti tizimlarini rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishlari yoritilgan.

Kalit so'zlar: avtonom energiya ta'minoti, yashash uylari, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, quyosh fotoelektrik panellari, quyosh kollektori, gibrid isitish tizimi, issiqlik nasosi, energiya samaradorligi, issiqlik akkumulyatsiyasi, energiya tejash.

Kirish: Bugungi kunda binolar sektori dunyo energetika tizimining eng yirik iste'molchilaridan biri bo'lib, butun dunyo yakuniy energiya iste'molining taxminan 30% qismi turar-joy va tijorat binolariga to'g'ri keladi. Xalqaro Energetika Agentligining (IEA) 2025 yil hisobotida, binolarning energiya iste'moli dunyo yakuniy energiya iste'molning taxminan 30% qismini va dunyo energiya iste'moli bilan bog'liq emissiyalarning 26% qismini tashkil etishi qayd etilgan [1]. Shu jumladan, uy-joy sektoridagi energiya sarfi binolarning umumiy energiya talabini eng katta ulushini-taxminan 70% ni tashkil etadi, 30% qismi esa tijorat va jamoat binolari xissasiga to'g'ri keladi [2]. Xususan O'zbekiston energetika tizimida ham turar-joy sektori energiya iste'molining katta qismini egallaydi. IEA ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekistonning umumiy yakuniy energiya iste'molida turar-joy sektori taxminan 40% ulushga ega ekanligi qayd etilgan [3]. Bu raqam O'zbekistonning global tendensiyalari bilan uzviy bog'liq bo'lib, binolar uchun isitish texnologiyalarini modernizatsiya qilishni talab etadi. Mahalliy statistikalar bo'yicha, O'zbekistonda yakuniy energiya iste'moli tuzilmasida binolar sektori sanoat va transportdan yuqori bo'lib, yakuniy energiya iste'molining taxminan 50% qismini tashkil etishi qayd etilgan [4]. Isitish tizimlarining energiya talabini shakllanishida dunyo miqyosdagi energetik va ekologik jarayonlar bilan bir qatorda mahalliy iqlim, infratuzilma va iqtisodiy omillar ham hal qiluvchi rol o'ynaydi. Masalan, IEA ma'lumotlariga ko'ra, dunyo miqyosida binolar uchun isitishga energiya ehtiyoji katta bo'lib, tabiiy gaz hali ham isitish energiyasining asosiy-taxminan 42% qismini tashkil etadi, qolgan energiya esa elektr energiyasi va boshqa resurslarga to'g'ri keladi [5].

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

Adabiyotlar tahlili. O‘zbekiston sharoitida nafaqat nazariy, balki real amaliy muammolarni hal etishga yo‘naltirilganligini ko‘rsatadi. Shu sababli, energiya samarador, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan maqbul avtonom isitish tizimlarini ishlab chiqish bugungi kundagi muhim ilmiy va amaliy masalalardan biri sanaladi. Yuqorida qayd etilgan omillar mazkur yo‘nalish bo‘yicha mavjud ilmiy tadqiqotlarni tizimli tahlil qilish zaruratini yuzaga keltiradi. Uzakov va boshqalar [7] gibrid isitish tizimlarini bir nechta energiya manbalarini birlashtirgan yuqori samarali yechim sifatida tahlil qiladi. Natijalarga ko‘ra, Qarshi sharoitida 180 m^2 qishloq uyida quyosh energiyasidan foydalanish issiq suv ta’minotida yiliga 2440-2449 kg shartli yoqilg‘ini tejash va energiya sarfini 65-70% ga kamaytirish imkonini bergan. Suvli issiq pol va quyosh kollektori kombinatsiyasi quyoshli kunlarda isitish yuklamasining 50-55% ini qoplashi va bir isitish mavsumida 3230-3236 kg shartli yoqilg‘i iqtisod qilinishi ta’kidlangan. Choriev [8] Janubiy O‘zbekiston sharoitida geotermal energiyadan foydalanish orqali isitish va issiq suv ta’minotida energiya sarfini kamaytirish mumkinligini asoslaydi. Surxondaryo viloyatida grunt suvlari harorati yil davomida deyarli o‘zgarmas 19-20℃ atrofida bo‘lib, Angor tumanida 8 metr chuqurlikdagi quduqda o‘tkazilgan o‘lchovlar suv harorati yil bo‘yi 20℃ bo‘lishi ko‘rsatilgan. Ushbu sharoitda issiqlik nasosi quduq suvidan 10-12℃ issiqlikni olib, binoni isitish tizimiga uzatadi. Muallifning ta’kidlashicha, bitta kam quvvatli issiqlik nasosi 200-250 m^2 maydonni isitish imkonini beradi, bunda quduqlar orasidagi optimal masofa 30-40 m bo‘lishi asoslangan. Safarov va boshqalar [9] Buxoro va Qashqadaryo hududlarida trigeneratsiya tizimlari energiya ta’minotining uzluksizligi va ishonchliligini oshirishini asoslagan (1-rasm).



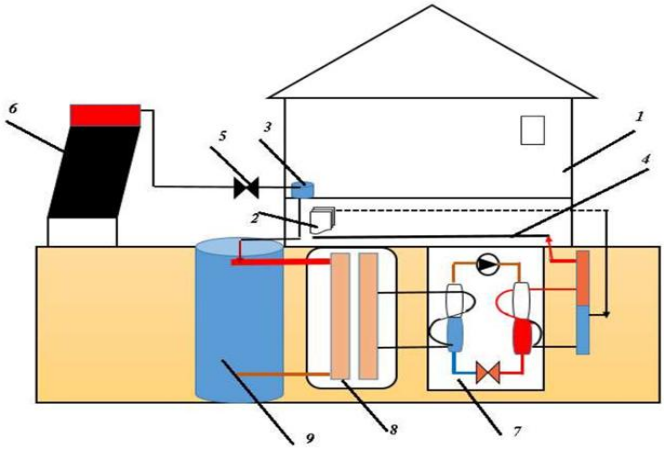
1, 2-shamol g‘ildiragining tashqi va ichki pichoqlari; 3-ekektr yuritma; 4-cho‘tkali kollektor; 5-quyosh fotoelektrik moduli; 6-boshqaruv tizimi; 7-geotermal energiya manbasi; 8-kondensator/bug‘latgich; 9-issiq suv baki; 10-teskari klapan; 11-kompressor; 12-sovitgich; 13-kondensator; 14-issiq pol; 15-drossel ventil; 16-surkulyatsion nasos; 17-avtonom iste’molchi

1-rasm. Avtonom trigeneratsiya sxemasi

Material va usullar. Ushbu hududlarda o‘rtacha sutkalik quyosh energiyasi 4,5 $kVt{\cdot}soat/m^2$, shamol tezligi 5,5-8,5 m/s atrofida bo‘lib, shamol oqimining solishtirma quvvati 300-580 Vt/m^2 ni tashkil etishi, bu kichik shamol qurilmalarini samarali ishlatish imkonini berishi ta’kidlangan. Ushbu hududlarda 3-5 m chuqurlikda grunt harorati +10…+12℃ bo‘lib, issiqlik nasoslari uchun barqaror past potensialli manba hisoblanishi va issiqlik nasosi 1 $kVt{\cdot}soat$ elektr energiyasi sarfi evaziga 2,5-5 kVt issiqlik ishlab chiqarishi, natijada 70% gacha energiya tejalishi keltirilgan. Uzakov va boshqalarning keying tadqiqotida [10] namunaviy qishloq uyida gibrid issiqlik va elektr ta’minoti tizimidan foydalanish energiya samaradorligini sezilarli oshirishi ta’kidlangan. Hisob-kitoblarga ko‘ra, uy elektr yuklamasi 2,5-2,74 kVt

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

bo‘lib, 5,0 *kVt* quvvatli quyosh fotoelektrik stansiya bu ehtiyojni to‘liq qoplashi, tajribada stansiya o‘rtacha 2,76 *kVt* quvvat ishlab chiqargani va o‘rtacha samaradorlik 15,8% ni tashkil etgani aniqlangan. Quyosh kollektori sutkasiga 300 litr 50-60℃ haroratli issiq suv berishi, buni hisobiga yiliga 5000-5400 *kVt·soat* elektr energiyasi tejalishi, shunigdek, tizim isitish mavsumida 50-55% yuklamani quyosh hisobiga qoplashi hamda mavsumda 11500-12000 kg shartli yoqilg‘i iqtisod qilishi asoslangan. Kamolov va boshqalar [11] tomonidan taklif etilgan vakuumli quyosh kollektor va issiqlik nasosiga asoslangan gibrid tizim qishloq namunaviy uylarida issiqlik va issiq suv ta’minotini energiya tejamkor usulda tashkil etish imkonini beradi (2-rasm).



1-uy; 2-isitish tizimi; 3-issiq suv ta’minoti; 4-issiq pol; 5-ventil; 6-vakuum quvurli quyosh kollektori; 7-issiqlik nasosi; 8-rekuperator; 9-kanalizatsiya baki

2-rasm. Uylarning gibrid issiqlik va issiq suv ta’minoti tizimi

Tadqiqotda 2,5 *kVt* quvvatli issiqlik nasosi yordamida 12,5-17,5 *kVt* issiqlik energiyasi ishlab chiqarilishi va bu an’anaviy qozon hamda elektr isitish qurilmalariga nisbatan 5-7 barobar samaraliroq ekani asoslangan. Qashqadaryo viloyatining meteorologik sharoitlari hisobga olinganda, tizim yiliga 39600 *kVt·soat* elektr energiyasi yoki 12-14 tonna shartli yoqilg‘ini tejash imkonini beradi. Vakuumli quyosh kollektorining o‘rtacha foydali ish koeffitsiyenti 68,5% bo‘lib, issiq suvga bo‘lgan ehtiyojni to‘liq qoplashga yetarli ekanligi tajribada ko‘rsatilgan. Biroq, tizim samaradorligi quyosh radiatsiyasi va tashqi haroratning mavsumiy tebranishlariga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lib, mazkur gibrid tizimni barqaror ishlashi uchun moslashtirilgan boshqaruv va zaxira manbalari talab etiladi.

Toropov [12] ko‘p qavatli turar-joy binolarida isitish tizimini tanlashda energiya samaradorligi, iqtisodiy xarajatlar, ekologik ta’sir va ekspluatatsion xavfsizlikni kompleks baholash zarurligini asoslaydi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, elektr suvli issiqlik generatorlarining foydali ish koeffitsiyenti 0,94-0,99 bo‘lib, real sharoitdagi gaz qozonlarida bu ko‘rsatkich 0,5-0,7 atrofida qoladi. Elektr energiyasi tariflari mamlakatlar bo‘yicha keskin farqlanishi sababli elektr isitishning iqtisodiy samaradorligi hududiy sharoitga kuchli bog‘liqligi ko‘rsatiladi. Belarus tajribasida joriy etilgan maxsus past tariflar elektr isitishni markazlashgan isitishga nisbatan raqobatbardosh qilgani ta’kidlanadi. Shu asosda muallif yangi qurilayotgan shahar turar-joylari uchun elektr isitishga bosqichma-bosqich o‘tishni uzoq muddatli eng maqbul strategiya sifatida taklif etadi. Mohammadi va Bahmanlar [13] issiq va qurg‘oqchil iqlim sharoitida turar-joy binolarini to‘liq energiya jihatdan mustaqil qilish mumkinligini ilmiy modellashtirish asosida isbotlaydi. Tadqiqotda energiya talabi 49661 *kVt·soat* dan 24831 *kVt·soat* gacha kamaytirilganda quyosh fotoelektrik modullari soni 362 donadan 181 donagacha, akkumulyator sig‘imi esa 3415 *kVt·soat* dan 1710 *kVt·soat* gacha qisqarishi aniqlangan. Mualliflar ishlab chiqqan “5Z” konsepsiyasi (nol uglerod,

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

nol energiya, nol tarmoq, nol to‘lov, nol emissiyali transport) binolar va elektromobillarni yagona energiya tizimiga integratsiyalash imkonini beradi. Tizimning kamchiligi sifatida katta boshlang‘ich investitsiya va tom maydonining cheklanganligi qayd etish mumkin. Zaafouri va boshqalar [14] quyosh suv isitish (QSI) tizimlarini binolarga integratsiya qilish energiya sarfini kamaytirish va uglerod chiqindilarini pasaytirishning eng samarali yo‘llaridan biri ekanini asoslaydi. Mualliflar QSI orqali oddiy xonadonda issiq suvga ketadigan energiya iste’molini taxminan 20% gacha qisqartirish mumkinligini ko‘rsatadi. Tom va fasadga integratsiyalangan tizimlar binoning issiq suv ehtiyojining 85% gacha bo‘lgan qismini qoplay olishi tajriba va modellashtirish natijalari bilan asoslangan bo‘lib, issiqlik samaradorligi material, geometriya va ekspluatatsiya sharoitlariga bog‘liq holda 32% dan 85% gacha oraliqda o‘zgarishi aniqlangan. Canale va boshqalar [15] binolar global yakuniy energiya iste’molining 30% dan ortig‘ini va CO_2 chiqindilarining qariyb 40% ini tashkil etishini ko‘rsatib, ushbu sektorda qayta tiklanadigan energiya texnologiyalarini jadal joriy etish zarurligini asoslaydi. Mualliflar gibrid qayta tiklanadigan energiya tizimlari va ko‘p energiyali binolar konsepsiyasi yordamida elektr, issiqlik va sovitish yuklamalarini yagona optimallashtirilgan tizimda boshqarish mumkinligini ta’kidlaydi. Tadqiqotda shamol-quyosh, quyosh-geotermal va quyosh-biomassa kombinatsiyalarining manbalar o‘zaro to‘ldiruvchanligi tufayli energiya ta’minoti barqarorligini oshirishi ko‘rsatilgan. Shuningdek, energiya ishlab chiqarish va iste’mol o‘rtasidagi vaqt nomutanosibligini kamaytirish uchun energiya saqlash va talabga javob mexanizmlarini joriy etish zarurligi qayd etiladi. Natijada funksional integratsiyalash nafaqat binoning energiya mustaqilligini kuchaytirishi, balki butun energetika tizimining barqarorligini oshirishini xulosalaydi. Akram va boshqalar [16] binolar dunyo yakuniy energiya iste’molining taxminan 40% ini va issiqxona gazlari chiqindilarining 33% ini tashkil etishini ko‘rsatib, bu sohada energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish strategik zarurat ekanini asoslaydi. Mualliflar Buyuk Britaniyada ikki qatlamli oynalar orqali tijorat binolarida 39-53% gacha energiya tejash mumkinligini hamda markaziy isitish tizimlariga texnik xizmat ko‘rsatish energiya sarfini 11% ga kamaytirishini qayd etadi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv yordamida isitish yuklamasini o‘rtacha 20% ga qisqartirish mumkinligi tajriba va adabiyotlar tahlili bilan tasdiqlangan. Shu bilan birga, maqolada texnologik yechimlar samaradorligi davlat siyosati, qurilish me’yorlari va iqtisodiy rag‘batlantirish mexanizmlari bilan uyg‘unlashmaguncha kutilgan natijani bermasligini tanqidiy ta’kidlangan. Musiał va hammualliflar [17] avtonom binolar uchun mo‘ljallangan zamonaviy issiqlik energiyasini saqlash tizimlarini tizimli ravishda tahlil qilib, sezilarli energiya tejash faqat qisqa va o‘rta muddatli issiqlik akkumulyatsiyasi bilan mumkinligini asoslaydi. Tadqiqotda suv asosidagi issiqlik saqlash tizimlari past investitsiya talab qilsa-da, katta hajm va yuqori issiqlik yo‘qotishlari sababli cheklangan samaradorlikka ega ekani ko‘rsatilgan.

Natijalar va muhokama Fazaviy o‘zgaruvchan materiallar (PCM) yuqori energiya zichligini ta’minlasa-da, ularning issiqlik o‘tkazuvchanligi 0,2-0,7 $W/(m\cdot°C)$ bilan cheklangani va bu issiqlik almashinuvi tezligini pasaytirishi tanqidiy qayd etiladi. Shu sababli mualliflar eng istiqbolli yo‘nalish sifatida yuqori issiqlik o‘tkazuvchan kompozit materiallar va aktiv/passiv gibrid saqlash tizimlarini birlashtirgan integratsiyalashgan yechimlarni tavsiya etadi. Toropov [18] turar-joylarning avtonom suvli isitish tizimlarida issiqlik generatorlarining uglerod tashlamalari mamlakat energetik balansi, iqlim sharoiti va ishlatilayotgan isitish asboblariga kuchli bog‘liqligini asoslaydi. Rossiya iqlim sharoitida radiatorda ishlovchi konveksion gaz qozonlarida emissiya 240-300 $gCO_2/kVt\cdot soat$, kondensatsion gaz qozonlarida esa 220-280 $gCO_2/kVt\cdot soat$ ni tashkil etishi aniqlangan. Elektr qozonlarda esa elektr ishlab chiqarish va uzatishdagi yo‘qotishlar hisobga olinganda emissiya 410 $gCO_2/kVt\cdot soat$ gacha yetishi ko‘rsatilgan. Havo-suv issiqlik nasoslari iqlimi yumshoq hududlarda past emissiyaga ega bo‘lsa-da, -5°C

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

dan past haroratlarda samaradorlik pasayib, ularning ekologik ustunligi yo‘qolgan. Shu sababli muallif 100 m^2 dan katta uylarda issiqlik nasosi va kondensatsion gaz qozon kombinatsiyasidan iborat gibrid tizimlar eng past uglerod tashlamalari (o‘rtacha 160-180 $gCO_2/kVt{\cdot}soat$) berishini xulosa qiladi. Ayodeji va boshqalar [19] Nigeriyada binolar umumiy energiya iste’molining 42% ini tashkil etishini hamda maishiy issiq suv tayyorlash uy xo‘jaliklaridagi eng energiya talabchan jarayonlardan biri ekanini asoslaydi. Mamlakatda elektr energiyasi ishlab chiqarishining 87,5% i gazga tayanishi va aholining 70% dan ortig‘i elektr suv isitgichlardan foydalanishi energetika tizimiga barqaror bo‘lmagan bosimni kuchaytirayotgani ko‘rsatilgan. Mualliflar yassi plastinali va vakuum quvurli quyosh kollektorlarining mos ravishda 30-70°C va 60-120°C harorat oralig‘ida samarali ishlashini hamda ularning texnik-iqtisodiy ustunliklarini tizimli taqqoslaydi. Issiqlik nasoslarining foydali ish koeffitsiyenti 2-4,5 oralig‘ida bo‘lib, elektr isitgichlarga nisbatan bir necha baravar kam energiya sarflashi aniqlangan. Shu asosda maqolada quyosh energiyasi va issiqlik nasoslarini birlashtirgan gibrid tizimlar Nigeriya uchun eng istiqbolli va barqaror yechim ekanligi keltirilgan. Stenin va boshqalar [20] ko‘p konturli spiral tipidagi issiqlik almashinuv qurilmasiga asoslangan avtonom isitish tizimlarida energiya resurslaridan foydalanishni optimallashtirish imkoniyatini matematik modellashtirish va tajriba orqali asoslaydi. Mualliflar issiqlik tashuvchilar sarfi bilan uzatiladigan issiqlik miqdori o‘rtasida qat’iy funksional bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatib, bu bog‘lanish asosida konstruktiv parametrlarni tanlash mumkinligini isbotlaydi. Tajribaviy stendda o‘tkazilgan sinovlar nazariy modelning to‘g‘riligini tasdiqlagan va uning sanoat loyihalariga tatbiq etish mumkinligini ko‘rsatgan. Thygesen [21] ko‘p xonadonli binolarda turli quyosh isitish tizimlarining energiya samaradorligiga ta’sirini TRNSYS simulyatsiyasi orqali baholab, asosiy isitish tizimi tanlovi energiya natijalariga hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatishini isbotlaydi. Tadqiqotga ko‘ra, issiqlik nasosi va issiqlikni qayta tiklovchi ventilyatsiya bilan jihozlangan bino maxsus energiya talabini 36 $kWh/m^2{\cdot}yil{\cdot}$gacha tushiradi, bu markaziy isitishli bino ko‘rsatkichidan (57 $kWh/m^2{\cdot}yil$) sezilarli darajada pastdir. Fotoelektrik panellar markaziy isitish bilan ishlaydigan binolarda energiya talabini atigi 1,3 $kWh/m^2{\cdot}yil$ ga kamaytirsa, issiqlik nasosi bilan kombinatsiyada bu kamayish 12,5 $kWh/m^2{\cdot}yil$ gacha yetishi aniqlangan. Quyosh issiqlik kollektorlarining ta’siri 30 m^2 dan keyin deyarli to‘xtashi va energiya talabini taxminan 5 $kWh/m^2{\cdot}yil$ ga kamaytirishi ko‘rsatilgan. Shu asosda muallif issiqlik nasosi+PV kombinatsiyasini energiya jihatidan eng samarali ekanligini ta’kidlaydi. Stritih va boshqalar [22] quyosh issiqlik nasosi va faza almashuvchi materialga (PCM) asoslangan akkumulyatorni birlashtirgan kompleks tizim binolar energiya iste’molini va uglerod tashlamalarini sezilarli kamaytirishini modellashtirish orqali isbotlaydi. Tadqiqotda Adana, Rim va Lyublyana sharoitida tizim isitish mavsumida energiyaning 80% gacha bo‘lgan qismini quyoshdan ta’minlashi va issiqlik nasosi samaradorligi (COP) 5,7 gacha yetishi aniqlangan. Stokgolmda esa quyosh resurslari cheklanganligi sababli COP maksimal 5,12 bo‘lib, isitish talabining 85% gacha bo‘lgan qismi biomassa orqali qoplanishi aniqlangan. Co_2 emissiyasini qisqartirish potensiali yoqilg‘i turiga bog‘liq holda 53-77% (Adana, Rim) va 66-81% (Lyublyana) oralig‘ida bo‘lib, Stokgolmda 98-99% gacha yetishi ko‘rsatilgan. Shu bilan birga, maqolada tizim samaradorligi iqlimga kuchli bog‘liqligi va sovuq hududlarda zaxira manbasiz barqaror ishlamasligi keltirilgan. Xamrayev va Ibragimovlar [23] yashash uylarida quyosh energiyasi asosidagi kombinatsiyalashgan issiqlik ta’minoti tizimlari an’anaviy yoqilg‘ilarga bog‘liqlikni sezilarli kamaytirishini texnik-iqtisodiy hisoblar orqali asoslaydi. Qarshi shahri sharoitida bunday tizimdan foydalanish isitish mavsumida yiliga 6263 kg shartli yoqilg‘i yoki 50923 $kVt{\cdot}soat$ elektr energiyasini tejash imkonini berishi ko‘rsatilgan. Issiq suv ta’minotida quyosh energiyasidan foydalanish yillik energiya sarfini 2449 kg shartli yoqilg‘i yoki 19909 $kVt{\cdot}soat$ga kamaytirishi aniqlangan.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

Xulosa Yuqoridagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, turar-joy binolarida energiya iste’molining *yuqori ulushi va iqlim bilan bog‘liq cheklovlar avtonom, energiya tejamkor va qayta* tiklanuvchi manbalarga tayangan isitish tizimlariga o‘tishni muqarrar jarayonga aylantirmoqda. Xalqaro va mahalliy tadqiqotlar gibrid, quyosh, geotermal hamda issiqlik nasoslariga asoslangan tizimlar yuqori energiya samaradorligi va uglerod chiqindilarini kamaytirish salohiyatiga ega ekanini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, tizimlarning iqtisodiy samaradorligi, iqlimga bog‘liqligi va boshlang‘ich investitsiya talabi ularni hududiy sharoitlarga mos optimallashtirish zaruratini ko‘rsatadi. Shu nuqtai nazardan, energiya ta’minotining aynan elektr va issiqlik komponentini tashkil etish va ularning avtonom rejimdagi ishlash xususiyatlarini chuqur o‘rganish alohida ilmiy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. https://www.iea.org/energy-system/buildings?utm_source.
2. https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings?utm_ source.
3. https://www.iea.org/reports/uzbekistan-energy-profile?utm_source.
4. A.B. Xakimjanova. Yashil iqtisodiyot: o‘zbekiston tajribasi va barqaror rivojlanish uchun yo‘nalishlar. “Yashil investitsiyalar va moliyaviy texnologiyalar: O‘zbekiston uchun imkoniyatlar va muammolar” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Toshkent, JIDU, 2025-yil 7-may. 87-92-b.
5. https://www.iea.org/energy-system/buildings/heating?utm_source.
6. https://www.undp.org/uz/uzbekistan/blog/ozbekistonning-uylarni-yoritish-va-sanoatni-elektr-energiyasi-bilan-taminlash-bilan-birga-iqlim-bilan-bogliq-maqsadlariga-erishish?utm_source.
7. Г.Н. Узаков, Х.А. Давланов, Б.М. Тошматов, Б.И. Камолов. Анализ гибридных систем отопления жилых зданий, использующие ВИЭ. Альтернативная энергетика. №1(08), 2023. с. 9-15.
8. A.Zh. Choriev. Use of geothermal energy sources for heating and hot water supply of residential buildings in the southern regions of the republic of Uzbekistan. American Journal of Research in Humanities and Social Sciences. Volume 19, 2023. – p. 129-131.
9. A.B. Safarov, O.I. Rakhmatov, Yu.G. Uzakova. Autonomous heat-cooling and power supply system based on renewable energy devices (trigeneration system). CIBTA-II-2023. BIO Web of Conferences 71, 2023:02030.
10. Г.Н. Узаков, Б.И. Камалов. Оценка эффективности гибридной системы тепло и электроснабжения типового сельского дома. Innovatsion texnologiyalar, Vol. 51, №3, 2023. с. 107-114.
11. B.I. Kamolov, X.A. Davlonov, B.M. Toshmamatov. Qishloq namunaviy uylarining avtonom gibrid issiqlik ta’minoti tizimining issiqlik-texnik parametrlarini asoslash. Innovatsion texnologiyalar Vol.51, №3, 2023. 115-122-b.
12. A. Toropov. Prospects for the use of electric water heat generators in apartment buildings. Case Studies in Thermal Engineering 71, 2025:106217.
13. S. Mohammadi, A.M. Bahman. Assessing residential sustainable energy autonomous buildings for hot climate applications. Journal of Cleaner Production 471, 2024:143410.
14. W. Zaafouri, W. Ben Amara, A. Bouabidi, S.A. Kadhim, A.H. Askar. Advancements and integration strategies of solar water heaters in buildings: A comprehensive review. Energy Nexus 20, 2025:100535.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

15. L. Canale, A.R. Di Fazio, M. Russo, A. Frattolillo, M. Dell'Isola. An Overview on Functional Integration of Hybrid Renewable Energy Systems in Multi-Energy Buildings. Energies, 14, 2021:1078.
16. M.W. Akram, M.F. Mohd Zublie, M. Hasanuzzaman, N.A. Rahim. Global Prospects, Advance Technologies and Policies of Energy-Saving and Sustainable Building Systems: A Review. Sustainability, 14, 2022:1316.
17. M. Musial, L. Lichołai, D. Katunsky. Modern Thermal Energy Storage Systems Dedicated to Autonomous Buildings. Energies, 16, 2023:4442.
18. А.Л. Торопов. Эмиссия CO_2 при работе автономных водяных систем теплоснабжения. Вестник МГСУ. 2024. Т.19. Вып.11. с. 1779-1788.
19. O. Ayodeji, G. Ofualagba, O. Patrick. A review of water heating systems: A Focus on hybrid technologies prospect in Nigeria. Clean Energy Technol J, Vol.1, No.1, 2023. – p. 31-59.
20. D.I. Stenin, V. Pas'ko, I. Drozdovych. Designing of autonomous heat supply systems and optimization of energy resources at their exploitation. Radio Electronics, Computer Science, Control., 3, 2018. – p. 78-87.
21. R. Thygesen. An Analysis of Different Solar-Assisted Heating Systems and Their Effect on the Energy Performance of Multifamily Buildings-A Swedish Case. Energies, 10, 2017:88.
22. U. Stritih, E. Zavrl, H.O. Paksoy. Energy Analysis and Carbon Saving Potential of a Complex Heating System with Solar Assisted Heat Pump and Phase Change Material (PCM) Thermal Storage in Different Climatic Conditions. European Journal of Sustainable Development Research, 3(1), 2019:em0067.
23. S.I. Xamrayev, U.X. Ibragimov. Yashash uylarining kombinatsiyalashgan quyosh issiqlik ta'minoti tizimining energiya samaradorlik ko'rsatkichlarini hisoblash. Innovatsion texnologiyalar, Vol.49(1), 2023. 28-32-b.

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.