

UDK 621.311:502.3.004/4

GIBRID ENERGIYA TA'MINOTI: MANBALARNING BOSHQARUVI VA MONITRORINGI

*Siddikov I.X.¹, Temirov A.A.²*¹“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti”

Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

²Namangan davlat universiteti, Namangan, O‘zbekiston

ikhsiddikov@mail.ru, aaotemirov@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda elektr energiyasini taqsimlangan ishlab chiqarish juda muhim rivojlanishga ega. Shamol (shamol elektrostansiyasi), quyosh (fotovoltaik yoki termal) kabi bir nechta qayta tiklanadigan va bepul energiya manbalari uzoq joylarda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun tobora ko‘proq foydalanilmoqda. Shamol va yorug‘likning o‘zgaruvchanligi tufayli energiyani boshqarish tarmoqdan shamol energiyasi tizimlarida, shuningdek, PV-dizel tizimlarida asosiy muammolardan biridir. Shu maqsadda ushbu maqola gibrid energiya tizimlari uchun energiya ta'minoti uchun yuklamani boshqarish modulini loyihalash, tadqiq etish va samarali ishlashini ta'minlagan holda ishlab chiqarishni optimal boshqarishni taqdim etiladi.

Kalit so‘zlar: Qayta tiklanadigan energiya, gibrid tizimlar, nazorat, akumulyator batareya, boshqaruv, aqlli tarmoq.

I. KIRISH

Yigirma birinchi asrning boshidan boshlab energiya ta'minoti tizimining cheklovlari va sarf-xarajatlar muammosini hal qilish uchun elektron aloqa texnologiyasini takomillashtirishdan foydalanish imkoniyatlari aniq bo‘ldi. Hisoblash bo‘yicha texnologik cheklovlar endilikda elektr energiyasining eng yuqori narxlarini o‘rtacha hisoblab chiqishga va barcha iste‘molchilarga teng ravishda yetkazishga majbur qilmaydi. Shu bilan bir qatorda, qazib olinadigan elektr stansiyalarining atrof-muhitga zarar yetkazishi muammolarining ortib borishi qayta tiklanadigan energiyani katta miqdoridan foydalanish talabini keltirib chiqardi [1-9].

Bir nechta qayta tiklanadigan energiya manbalarining kombinatsiyasi energiya ishlab chiqarish tizimlarini texnik va iqtisodiy nuqtai nazardan maksimal darajada optimallashtirish imkonini beradi [2]. Gibrid energiya ta'minoti tizimlarining bir nechta kombinatsiyasi mavjud, masalan: shamol-dizel, quyosh-dizel va shamol-quyosh-dizel. Umumiy tarmoqdan mustaqillikni ta'minlash uchun ushbu gibrid energiya ta'minoti tizimlar tobora ko‘proq foydalanilmoqda. Gibrid energiya ta'minoti tizimining faqat fotovoltaik yoki shamol tizimiga nisbatan afzalligi faqat ko‘plab asosiy omillarga bog‘liq. Bu omillarning eng muhimlaridan biri, shubhasiz, energiyani ishlab chiqarish va saqlashni boshqarishdir. Bunday boshqaruv, birinchidan, yoqilg‘i xarajatlarini kamaytirishga qaratilgan bo‘lsa,

ikkinchidan, batareyani ortiqcha yuklama va to‘liq zaryadsizlanishdan himoya qiladi [3,6].

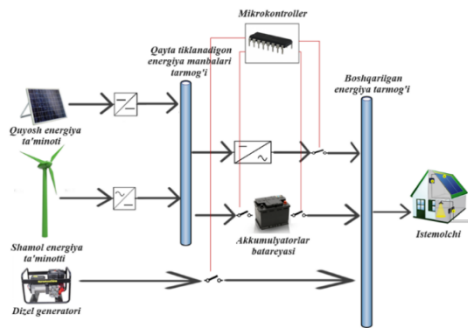
Aslida, saqlash xarajatlarini minimallashtirish va ishlab chiqarish quvvatini optimallashtirish shamol va fotovoltaik tizimlarning kombinatsiyasining asosiy sababidir [4,7]. Shuning uchun Smart grid elektr energiyasini yanada ishonchli ta'minlaydi va tabiiy ofatlar yoki hujumlarga nisbatan zaiflikni kamaytiradi [5]. Shunday qilib, ushbu maqolada uning ishlash modellari ishlab chiqishga qaratilgan.

II. SHAMOL-DIZEL-FOTOVOLTAIK ASOSIDAGI GIBRID ENERGIYA TA'MINOTI TIZIMI

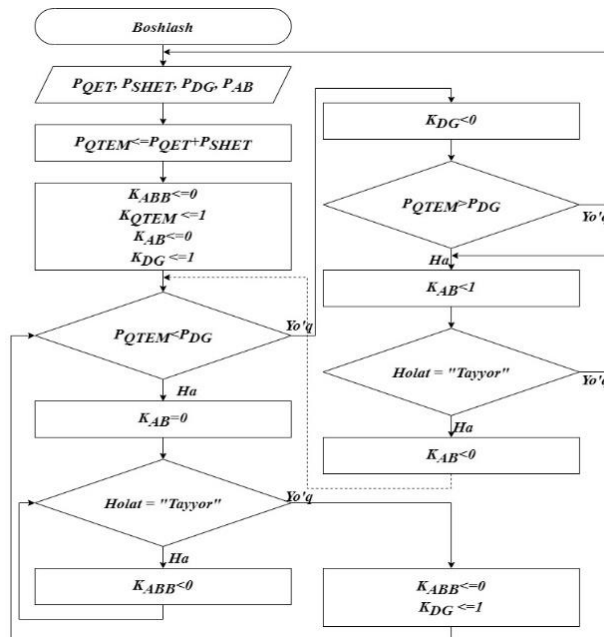
Energiya ishlab chiqarishning gibrid tizimi eng umumiy ko‘rinishda bir nechta mavjud manbalarni birlashtiradi va ishlatadi va moslashuvchan boshqaruvga va monitoring qulay holatga keltiradi [9,10]. Ushbu maqolada tizimning umumiy holati inverter orqali birlashtirish bilan o‘zgaruvchan tokga aylantirilgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqim ishlab chiqaradigan kichik va o‘rta quvvatli tizimlarga qaratilgan asosiy boshqaruv vositasi uchun model yaratiladi.

1-rasmda shamol-quyosh-dizel gibrid energiya tizimining arxitekturasi ko‘rsatilgan. Qayta tiklanadigan manbalar ham, dizel guruhi ham bir-birini to‘ldiradi va ular muqobil yuk uchun uzluksiz quvvat manbaini kafolatlaydi. Buni qo‘shimcha ravishda ta'minlash uchun yumshoq kommutatsiya tizimi kerak. Ushbu tizim dizel guruhini va qayta tiklanadigan manbalarni inverter

orqali alternativ tarmoq bog'laydigan ikkita kalitni o'z ichiga oladi.



1-rasm. Tizimning arxitekturasi.



2-rasm. Gibrid avtonom energiya ta'minoti tizimining boshqaruv algoritmi.

Yuqorida kelirtilgan algoritm gibrid avtonom energiya ta'minoti tizimining boshqarish algoritmi ishlab chiqilgan bo'lib (2-rasm). Ushbu algoritmning kirish, chiqish, o'zgaruvchilar va oldindan belgilangan funksiyalarni aniqlash quyidagi matematik algoritmda ko'rsatilgan:

input:

P_{QET} // quyosh paneli,
 P_{SHET} // Shamol energiya ta'minoti
 P_{DG} // Dizel generatori
 P_{AB} // Akkumulyator Batareyaning kuchlanishini o'lchash

output:

K_{ABB} - Akkumulyator batareya qo'shish;
 K_{QTEM} Quyosh energiyani qo'shish;
 K_{AB} Zaryadlash
 K_{DG} Disel generatorini qo'shish

O'zgaruvchilar:

P_{QTEM} //qayta tiklanuvchi energiya manbalari
 Quyosh va shamol energiyasi

Boshqaruv strategiyasi. Avtonom gibrid ta'minoti tizimi tarmog'ida joylashtirilgan akkumulyator batareyasi zaryadi 100% ga oshib ketganda haddan tashqari zaryadlanish akkumulyator batareyalarning yashash davrini qisqartirishi, 30% dan kamayishi yuqori bo'lmagan taqdirda yuklamaga energiya quvvati yetarli darajada yetkazib bera olmasligi bilan tizim muammolari hal qilinishi kerak. Bundan tashqari, akkumulyatorlarda qayta tiklanadigan energiya yoki zaryadsizlanish bo'lmasa, o'rnatish quvvati uzilishi mumkin. Ushbu kuzatishlar asosida biz quyidagi algoritmni taklif qilamiz:

Holat // "Tayyor" yoki "Bo'sh" deb belgilangan.

Oldindan belgilangan funksiyalar:

zaryadla() //Batareyani zaryadlash uchun ruxsat berish

Zaryadlash() //Batareyani zaryadlash uchun quvvat

//Algoritm asosi

Shart:

Shart bajarilganida:

$P_{QET} \leftarrow 0,$

$P_{SHET} \leftarrow 1$

$P_{DG} \leftarrow 0$

$P_{AB} \leftarrow 0$

$P_{QTEM} \leftarrow P_{QET} + P_{SHET}$

if ($P_{QTEM} < P_{DG}$) **then**

$K_{AB} \leftarrow 0$

if (*Holat* = "tayyor") **then**

$K_{ABB} \leftarrow 1$

End if

$K_{ABB} \leftarrow 0$

$K_{DG} \leftarrow 1$

End if

```

KDG ← 0
if (PQTEM > PABB) then
  If (Holat != "tayyor")
    KAB ← 1
  End if
  KABB ← 0
End if
//batareyaning holatini aniqlash
Takrorlash:
Shart bajarilganida takrorlash:
if (zaryadla(>10) then
  Holat = "bo'sh"
else
  Holati = "bo'sh"
if (KABB!=0) then
  Zaryadlash()
end
end if
end.

```

Ushbu algoritmdan kelib chiqqan holda *MatLab* muhiti orqali tizimning imitatsion modeli yaratilgan kodlari quyidagicha:

```

WHILE TRUE,
  KDECHARGE=0;
  KRENOUV=1;
  KCHARGE=0;
  KGENERATEUR=0;
  PRENOUV=PCELLULE ||PEOLIENNE;
  WHILE(PRENOUV<PDEMANDE),
    KCHARGE=0;
    WHILE STATE==1,
      KDECHARGE=1;
    END
    KDECHARGE=0;
    KGENERATEUR=1;
  END
  KGENERATEUR=0;
  WHILE PRENOUV>PDEMANDE,
    WHILE STATE==0,
      KCHARGE=1;
    END
    KCHARGE=0;
  END
END

```

III. DASTURIY TA'MINOTI VA MIKROKONTROLLER BUYRUQLARI

Mikrokontrollerni tanlash uchun mezonlar:

- kirish va chiqishlar soni;
- periferik elementlar kutubxonasi (datchiklar, LCD displeylar, taymerlar) qo'llab-quvvatlaydigan mikrochip);
- hotira hajmi (barcha jihozlarga buyruq beradigan dasturning o'lchami mos kelishi talab etiladi).

Quvvat manbaiga ega bo'lgan mikrokontroller real vaqt rejimida qo'llash uchun yetarlicha tez bo'lishi kerak va konvertorni (CAN/CAN) o'z

ichiga olishi kerak. Mikrokontroller narxi arzon bo'lishi, yuqoridagi mezonlarga mos kelishi, foydalanuvchiga tanish bo'lgan va uning ma'lumotlar jadvalini tushuna oladigan mikrokontroller bo'lishi talab etiladi. Ushbu talablarni inobatga olgan holda "16F778.a" turidagi mikrokontroller yuqoridagi kelgan mezonlar va tizimning talablariga javob berishini aytib o'tish mumkin (3-rasm).



3-rasm. 16F778.A mikrokontrolleri

Yuqorida kelgan algoritm va imitatsion modeldan kelib chiqqan holda gibrid energiya ta'minoti manbalari uchun yaratilgan amaliy natijalarni mikrokontrollerga kod yozish orqali erishilishi ma'lum ushbu yozilgan dastur.

```

#include "16F877A.H"
#BYTE PORTB=0x06
#BYTE TRISB=0x86
#BYTE PORTC=0x07
#BYTE TRISC=0x87
#BIT PCELLULE=PORTB.0
#BIT PEOLIENNE=PORTB.1
#BIT PDEMANDE=PORTB.3
#BIT STATE=PORTB.4
#BIT KRENOUV=PORTB.5
#BIT KCHARGE=PORTB.6
#BIT KDECHARGE=PORTB.7
#BIT KGENERATEUR=PORTC.0
#BIT TRANS=PORTC.1
INT PRENOUV;
VOID MAIN()
{
  TRISB=0x0F;
  TRISC=0xFC;
  TRANS=1;
  WHILE(TRUE)
  {
    KDECHARGE=0;
    KRENOUV=1;
    KCHARGE=0;
    KGENERATEUR=0;

    PRENOUV=PCELLULE ||PEOLIENNE;
    WHILE(PRENOUV<PDEMANDE)
    {
      KCHARGE=0;
      WHILE(STATE==1)
      {KDECHARGE=1;
      }
      KDECHARGE=0;
      KGENERATEUR=1;
    }

    KGENERATEUR=0;
    WHILE(PRENOUV>PDEMANDE)

```

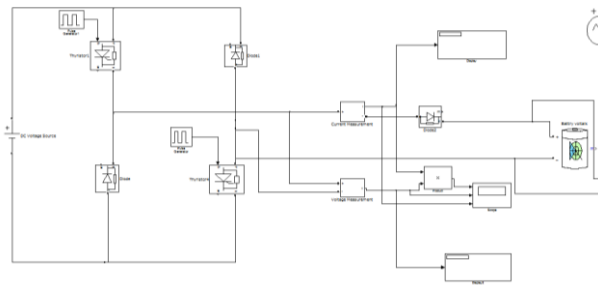
```

{
  WHILE (STATE==0)
  {
    KCHARGE=1;
  }
  KCHARGE=0;
}
}
}

```

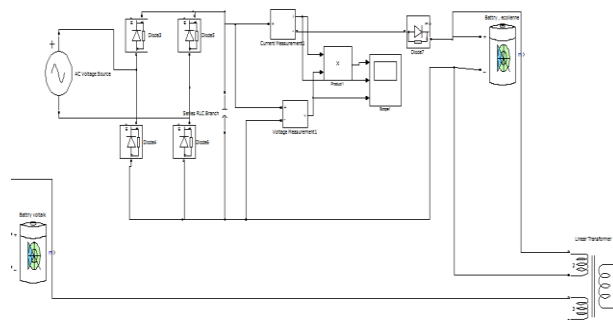
Ushbu yozilgan koddan shuni aytib o'tish kerakki, invertorni birlashtirish orqali o'zgaruvchan tokga aylantirilgan to'g'ridan-to'g'ri tok

quvvatini ishlab chiqaradigan kichik va o'rta quvvatli tizimlar uchun akkumulyator batareya shikastlanishiga olib keladigan yuqorida aytib o'tilgan havflarni, ya'ni ortiqcha yuklanishdan himoya qilish, batareya to'liq zaryadlanishini oldini olish kerak. Bu o'z navbatida gibridd energiya ta'minoti tizimi ishonchligining kamayishiga olib kelishi mumkin. Batareyani yuklamasini aniq chegaralarga muvofiq bo'lishi kerak, odatda 8 dan 18 voltgacha ishlashi uchun tizimning *MatLab* simmulinkda yaratilgan immitasion modeli 4,5-rasmlarda ko'rsatilgan.



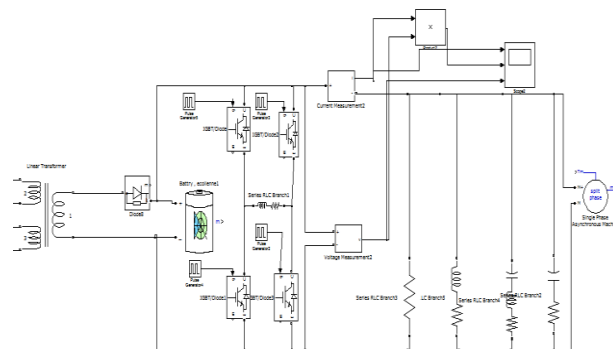
4-rasm. Fotovoltaik manba.

Uzluksiz manbadan keyin teskari parallel quvvat manbai (akkumulyator batareyani zaryadlash).



5-rasm. Shamol manbai.

Uzluksiz o'zgaruvchan kuchlanishni aylantirish uchun rektifikatordan keyin muqobil manba.



6-rasm. Obyektga o'rnatilgan.

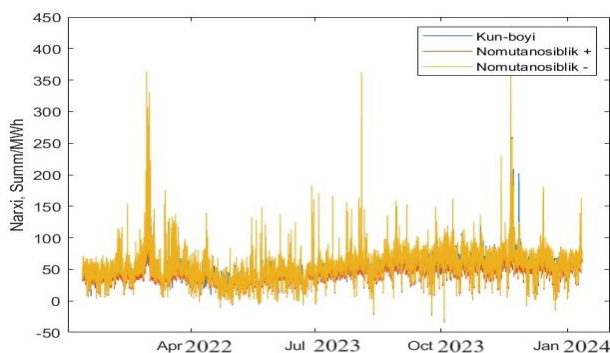
Unda kuchlanishni oshirish uchun transformator, so'ngra akkumulyator batareyadan keladigan kuchlanishni doimiy AC o'zgaruvchan tokga aylantirish uchun inverter mavjud.

Shamol energiya ta'minoti tizimlarida energiyani boshqarish fotovoltaik tizimga nisbatan murakkab. Ko'p hollarda, mikrokontroller turli xil zaryadlar o'rtasida yetkazib berishni tashkil etadigan boshqaruv bloki sifatida juda muhim va ishlab chiqarishning ortiqcha qismini zaryadlashga yo'naltirish orqali akkumulyator batareyani himoya qiladi.

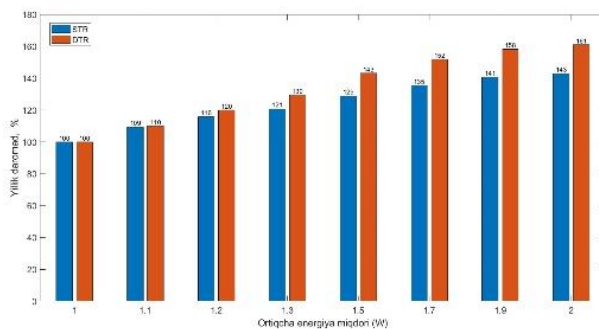
IV. NATIJALAR TAHLILI

O'rganilayotgan jarayonda moslashuvchan boshqaruv uchun elektr infratuzilmasi tasvirlari. Energiya ishlab chiqarish prognozlari va ortiqcha

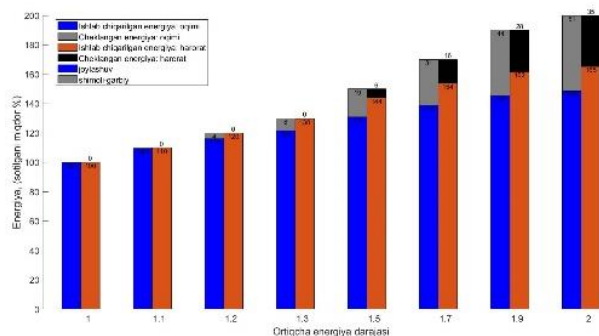
energiya quvvatni sotishga qaratilgan energiya tarmog'iga ulangan ish joyi quvvat rejimlarini yuklamalari Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universitetida olib borilgan 7/18 - sonli "Gibrid energiya manbalarini qo'llash orqali kommunikatsiyalar va aloqa obyektlarining energetik samaradorligini oshirish hamda energetik ko'rsatkichlarini takomillashtirish" (2018-2020) va Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti AKT-A-2021-3 "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosidagi energotizim chiqish parametrlarini tadqiq qilish dasturiy ta'minoti va simulyatsion standini tajribaviy namunasini yaratish va ishlab chiqish" (2021-2023) ilmiy loyihalarining real qiymatlariga asoslangan natijalar olindi 7-9-rasmlarda asosiy natijalari taqdim etilgan.



7-rasm. Energiyaning kunlik natijalari.



8-rasm. Ortiqcha energiya miqdorlari statistikasi.



9-rasm. Ishlab chiqarilgan ortiqcha enregiya miqdorlari va ularni sotish foydasi.

V. XULOSA

Hozirgi kunda elektr energiyasi manbalarini boshqaruvining aniqligi va samaradorligini ta'minlaydigan kompleks yondashishni ishlab chiqish, ularning ekspluatatsion imkoniyatlarini oshirish, konstruksiyani soddalashtirish, hajm va vazn ko'rsatkichlarini kamaytirish, tayyorlash texnologiyasini yaxshilash, o'lchash jarayonlarining kontaktsizligini ta'minlash, elektr iste'molini axborot-o'lchash va boshqarish tizimlarining asosiy elementlari hisoblanishi bilan energiya tizimining texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlanishi dolzarb mavzu bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun mazkur maqolada daromadni oshirish va tabiatga yetkazilgan zararni kamaytirish maqsadida gibrid energiya ta'minoti tizimidan foydalangan holda elektr inshootini loyihalashga harakat qilindi. Shunday qilib, algoritmi tayyorlash, uni MatLabda imitatsion modelini yaratish va mikrokontroller integratsiyasi bilan tadqiq qilindi.

ADABIYOTLAR

- [1] I. K. Siddikov, K. A. Sattarov and K.E.Khujamatov, "Modeling of the transformation elements of power sources control," 2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT.2017.8188581.
- [2] I. Siddikov, K. Sattarov, K. Khujamatov, O. Dekhkonov and M. Agzamova, "Modeling of Magnetic Circuits of Electromagnetic Transducers of the Three-Phases Current," 2018 XIV International Scientific - Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russia, 2018, pp. 419-422, doi: 10.1109/APEIE.2018.8545714.
- [3] Huo, Z., Kim, Y.J., Chen, Y. et al. Hybrid energy harvesting systems for self-powered sustainable water purification by harnessing ambient energy. *Front. Environ. Sci. Eng.* 17, 118 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11783-023-1718-9>
- [4] Rezaeipanah, A., Amiri, P., Nazari, H. et al. An Energy-Aware Hybrid Approach for Wireless Sensor Networks Using Re-clustering-Based Multi-hop Routing. *Wireless Pers Commun* 120, 3293–3314 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08614-w>
- [5] K. E. Khujamatov, D. T. Khasanov and E. N. Reyppazarov, "Research and Modelling Adaptive Management of Hybrid Power Supply Systems for Object Telecommunications based on IoT," 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT.2019.901183.
- [6] S. I. Khakimovich, S. K. Abdishukurovich, D. O. Ravshanovich, K.K.Ergashevich, "Modeling of the processes in magnetic circuits of electromagnetic transducers" 2016 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2016, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICISCT.2016.7777393.
- [7] I. Siddikov, H. Khujamatov, A. Temirov, E. Reyppazarov and D. Khasanov, "Analysis of Energy Efficiency Indicators in IoT-based Systems," 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICISCT.2022.10146855.
- [8] Chen, W., Cao, Y. & Xie, J. Piezoelectric and electromagnetic hybrid energy harvester for powering wireless sensor nodes in smart grid. *J Mech Sci Technol* 29, 4313–4318 (2015). <https://doi.org/10.1007/s12206-015-0928-x>
- [9] I. Siddikov, D. Khasanov, H. Khujamatov and E. Reyppazarov, "Communication Architecture of Solar Energy Monitoring Systems for Telecommunication Objects" 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2021, pp. 01-05, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.967035
- [10] Vaiyapuri, T., Parvathy, V. S., Manikandan, V. et al. A Novel Hybrid Optimization for Cluster-Based Routing Protocol in Information-Centric Wireless Sensor Networks for IoT Based Mobile Edge Computing. *Wireless Pers Commun* 127, 39–62 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08088-w>

Поступила в редакцию 30.01.2024

Citation: Siddikov, I., & Temirov, A. (2024). Gibrid energiya ta'minoti: manbalarning boshqaruvi va monitoringi. *Международный Журнал Теоретических и Прикладных Вопросов Цифровых Технологий*, 7(1), 59–65. <https://doi.org/10.62132/ijdt.v7i1.163>

HYBRID ELECTRIC NETWORK: SUPERVISION AND MANAGEMENT OF SOURCES

Siddikov I.¹, Temirov A.²

¹ "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" National research university,
Tashkent, Uzbekistan

² Namangan state university, Namangan, Uzbekistan
ikhsiddikov@mail.ru, aaotemirov@gmail.com

Abstract. *In modern conditions, there has been significant progress in the field of distributed electricity generation. The use of renewable energy sources such as wind (wind turbines) and solar energy (photovoltaic or thermal) is becoming increasingly common for local power generation at remote sites. Energy management is one of the key challenges in grid-connected wind power systems as well as hybrid PV diesel systems due to wind and lighting variability. In this study, we present the development and implementation of an electronic load control module and optimal production control for hybrid energy systems to improve their efficiency.*

Keywords: *renewable energy, hybrid systems, supervision, battery, management, smart grid.*

ГИБРИДНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ: КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКАМИ

Сиддиков И.Х.¹, Темиров А.А.²

¹ Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент, Узбекистан

² Наманганский государственный университет, Наманган, Узбекистан
ikhsiddikov@mail.ru, aaotemirov@gmail.com

Аннотация. *В современных условиях наблюдается значительное продвижение в области распределенной генерации электроэнергии. Использование возобновляемых источников энергии, таких как ветер (ветрогенераторы) и солнечная энергия (фотоэлектрическая или тепловая), становится все более распространенным для местного производства электроэнергии на отдаленных объектах. Управление энергопотреблением представляет собой одну из ключевых проблем в системах ветроэнергетики, подключенных к сети, а также в гибридных фотоэлектрических дизельных системах из-за переменности ветра и освещения. В настоящем исследовании мы представляем разработку и внедрение электронного модуля управления нагрузкой и оптимального управления производством для гибридных энергетических систем с целью повышения их эффективности.*

Ключевые слова: *Возобновляемая энергия, гибридные системы, надзор, аккумулятор, управление, smart grid.*