MOBIL ALOQA TAYANCH STANSIYALARI ELEKTR ENERGIYA TA’MINOT MANBALARINI BOSHQARISH ALGORITMLARI TAHLILI

Davronbekov Dilmurod
Muhammadal-Xorazmiy nomidagi TATU, t.f.d, professor
E-mail: d.davronbekov@gmail.com
Matyokubov O‘tkir
Muhammadal-Xorazmiy nomidagi TATU Urganch filiali, PhD, dotsent
E-mail: otkir_matyokubov89@mail.ru
Muradov Muhammad
Muhammadal-Xorazmiy nomidagi TATU, tayanch doktorant
E-mail: muradov.muhammad1414@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ishda mobil aloqa tayanch stansiya energiya ta’minot manbalarini boshqaruv algoritmlari tahlili keltirilgan. Ushbu algoritmlar mobil aloqa tayanch stansiya energiya ta’minot manbalari avtomatik keyingi ta’minot manbasini ulash va ajratishni boshqarish uchun foydalaniladi. Ushbu algoritmlarni tahlil qilish natijasini ularning kamchiliklari va afzalliklari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: tayanch stansiya, quyosh panellari, shamol generatori, akkumulyatorlar, energiya ta’minoti.

Аннотация: В работе представлен анализ алгоритмов управления источниками электропитания базовых станций мобильной связи. Данные алгоритмы используются для управления автоматическим подключением и отключением очередного источника питания от источников электропитания базовой станции мобильной связи. Представлены результаты анализа этих алгоритмов, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: базовая станция, солнечные панели, ветрогенератор, аккумуляторы, энергоснабжение.

Abstract: This work presents an analysis of the control algorithms of mobile communication base station power supply sources. These algorithms are used to control the automatic connection and disconnection of the next power supply source of mobile communication base station power supply sources. The results of the analysis of these algorithms are presented, their disadvantages and advantages.

Keywords: base station, solar panels, wind generator, batteries, power supply.

Kirish

Hozirgi kunda aloqa operatorlari zamonaviy texnologiyalaridan foydalangan holda aloqa qamrovini kengaytirmoqda. Chastota diapazonining yuqori bo‘lishi yuqori sifatli va tezkor xizmatlarni taqdim etishga imkon bersada, xizmat ko‘rsatish masofasini qisqartiradi. Shu sababli hududlarda mobil aloqa tarmoqlarining to‘liq

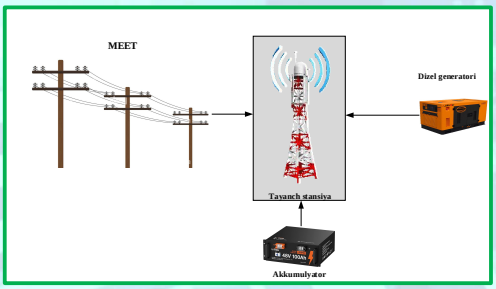
ISSN 3030-3907

qamrovini ta’minlash uchun tayanch stansiyalar sonini muntazam oshirib borish zaruriyatini keltirib chiqaradi[1-6].

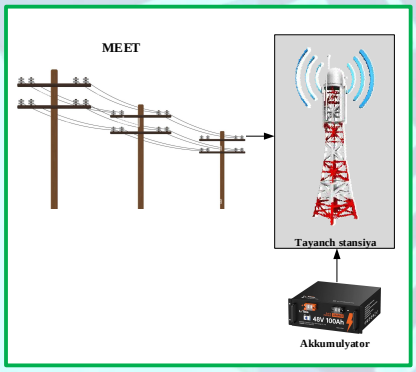
Mobil aloqa tizimlarining samarali ishlashi uchun eng muhim omillardan biri tayanch stansiyalarining uzluksiz va barqaror energiya bilan ta’minlanishidir. Tayanch stansiyalarning energiya ta’minoti uzilishsiz bo‘lishi tarmoq xizmatlarining sifati va ishonchliligini oshiradi. Shu sababli, rivojlangan davlatlarda mobil aloqa infratuzilmasining energiya samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan turli tadqiqotlar olib borilmoqda[1], [2], [4], [7]. Bunday izlanishlar muqobil energiya manbalaridan foydalanish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va intellektual boshqaruv tizimlarini ishlab chiqishga qaratilgan bo‘lib, bu nafaqat aloqa sifatini yaxshilashga, balki tarmoq infratuzilmasining umumiy samaradorligini oshirishga ham xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

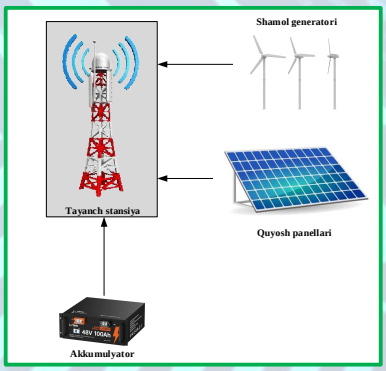
Hozirgi kunda O‘zbekiston Respublikasidagi TSlarda birlamchi energiya manbai mahalliy elektr energiyasi tarmog‘i (MEET) hisoblanadi [1], [2], [8], [9]. Zaxira energiya manbai sifatida barcha TSlar akkumulatorlar bilan ta’minlangan. Tugun vazifasini bajaradigan TSlar statsionar yoki ko‘chma dizel generatorlari bilan ta’minlangan. Undan tashqari MEET yetib bormagan hududlardagi TSlarni elektr energiya bilan ta’minlash uchun qayta tiklanuvchi elektr ta’minot manbalari qo‘llanilmoqda[2-4], [7-9], . 1-rasmda mobil aloqa tizimi TSlarining elektr energiya ta’minoti tuzilmasining joriy holati keltirilgan.



a)



b)



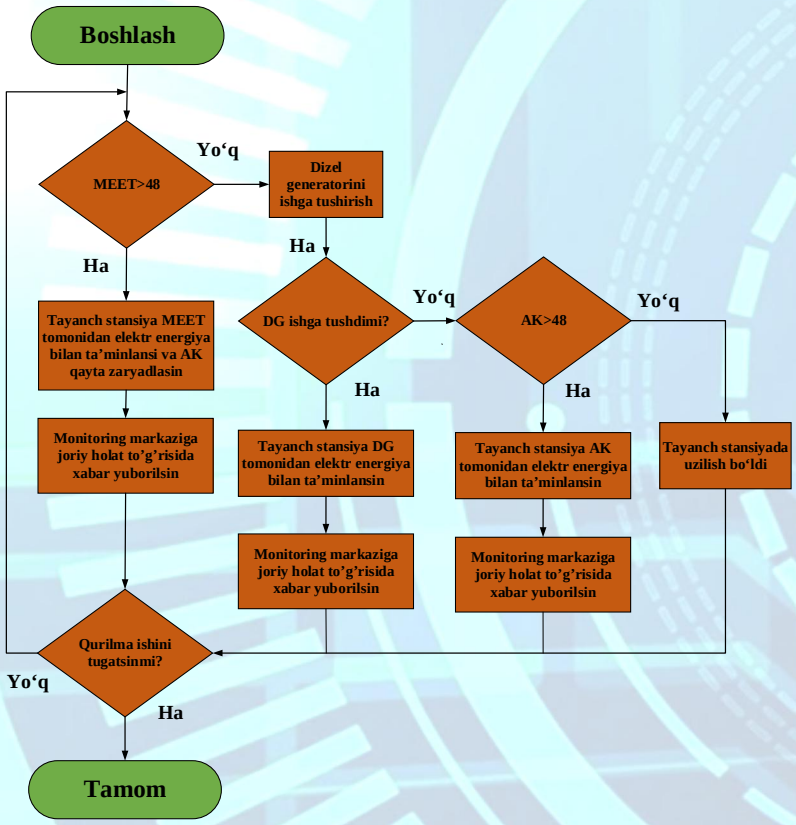
c)

1-rasm. a) tugun vazifasini bajaradigan TSlar elektr energiyasi tarmog‘ining tuzilmasi b) oddiy TSlarning elektr energiya tarmog‘i tuzilmasi

ISSN 3030-3907

c) mustaqil energiya ta’minot manbasiga ega TSlarning elektr energiya tarmog‘i tuzilmasi

Bir vaqtning o‘zida tugun TS sifatida ham xizmat ko‘rsatadigan TSlardagi nosozliklar oddiy TSlarga nisbatan ancha xafvliroq hisoblanadi. Chunki, bu yerdagi kichik uzilish ham undan keyingi TSlar bilan aloqa sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin[8], [10], [11]. Shuni inobatga olgan holda tugun TSlar sifatida ishlatiladigan TSlarning elektr energiyasi ta’minoti ishonchli zaxiralangan. Tugun tayanch stansiya energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi 2-rasmda ko‘rsatilgan. Tugun tayanch stansiya energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi quyidagicha ishlaydi. Dastlab, tizim ishga tushiriladi va MEETning kuchlanish qiymati tekshiriladi. Agar MEET kuchlanish qiymati 48 voltdan yuqori bo‘lsa, tayanch stansiya aynan ushbu manba orqali elektr energiyasi bilan ta’minlanadi hamda monitoring markaziga mazkur holat haqida xabar yuboriladi.



2-rasm. Tugun tayanch stansiya energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi.

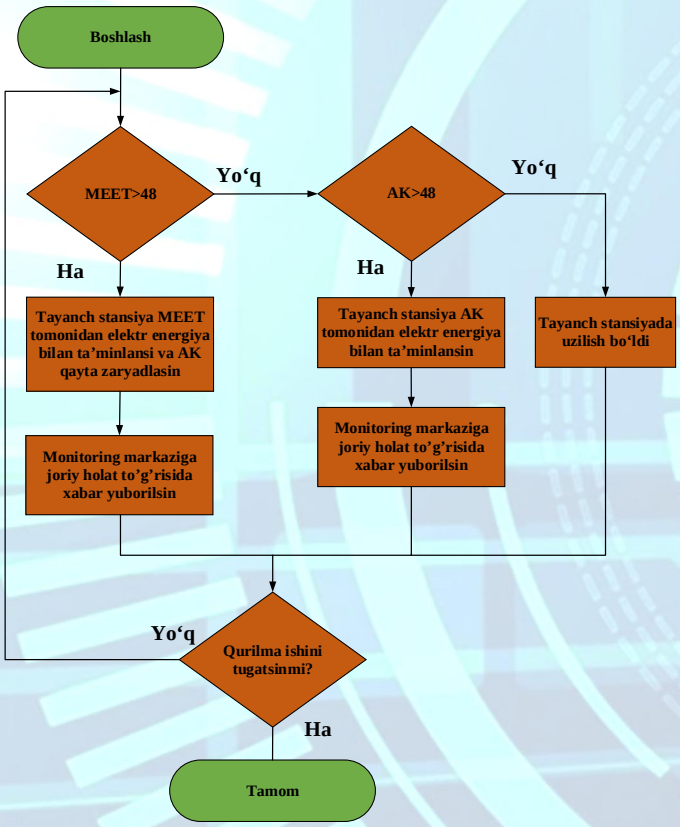
Agarda asosiy elektr energiya ta’minot manbasi MEETda uzilish bo’lsa yoki yetarli darajada kuchlanishni ta’minlay olmasa, dizel generatori ishga tushiriladi. Dizel generator ishga tushishi uchun eng birinchi navbatda dizelni qizdiradi, uning uchun taxminan 45-60 s vaqt ketadi va to’liq yuklamaga tayyorlash uchun generatorni qizdirishga ham 45-60 s vaqt talab qilinadi. Generator ishga tushishidan oldin 90-120 s vaqt davomida tayanch stansiyani akkumulyatorlar elektr energiya bilan ta’minlab turadi. Jorih holat to‘g‘risida monitoring markaziga

ISSN 3030-3907

xabar yuboriladi. Generator to’liq ishga tushgandan keyin tayanch stansiyani elektr energiya bilan ta’minlab boshlaydi[9], [11], [12].

Agar yuqorida ko‘rsatilgan barcha energiya manbalari mavjud bo‘lmasa yoki yetarli quvvatni ta’minlay olmasa, natijada tayanch stansiya elektr energiyasi bilan ta’minlanmaydi va uzilish yuz beradi. Har bir holatda energiya manbasi orqali quvvat ta’minlangach, qurilmaning ishlash holati alohida baholanadi. Agar tizimda nosozlik yoki yetarli ishlash holati kuzatilsa, algoritm boshidan qayta ishga tushiriladi va yuqoridagi jarayonlar takroran amalga oshiriladi

Oddiy tayanch stansiyalar MEET va zahira elektr energiya ta’minoti sifatida akkumulyatordan foydalanadi. Asosiy elektr energiya ta’minot tizimida uzilish bo‘lganda tayanch stansiyani akkumulyatorlar elektr energiya bilan ta’minlaydi [9]. Ushbu tayanch stansiyalar elektr energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi 3–rasmda ko‘rsatilgan.



3-rasm. Oddiy tayanch stansiya energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi.

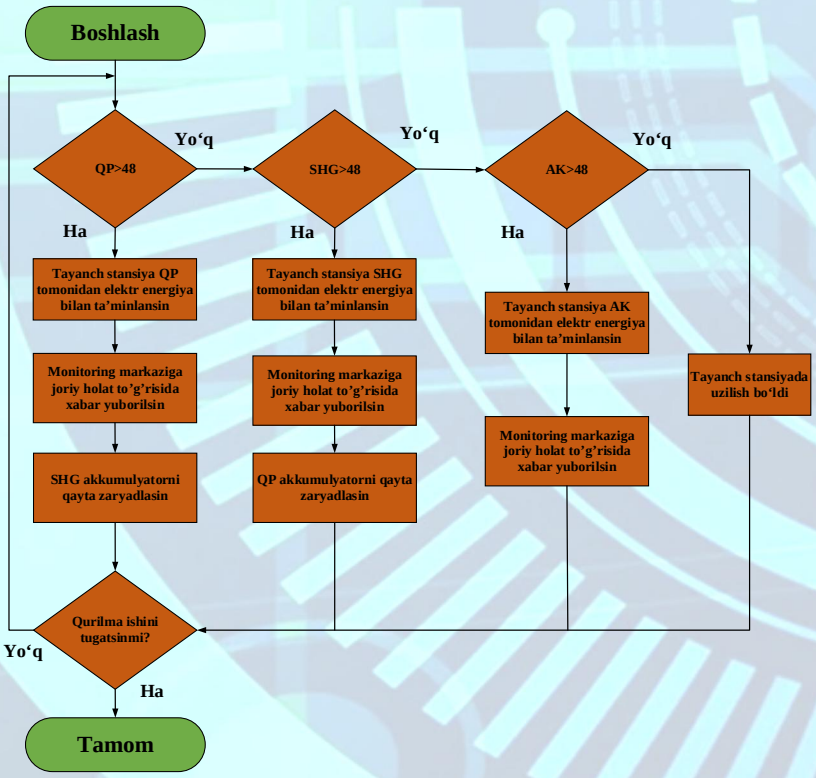
Ushbu algoritmni ishlashi quyidagicha. Dastlab, tizim ishga tushiriladi va MEETning kuchlanish qiymati tekshiriladi. Agar MEET kuchlanish qiymati 48 voltdan yuqori bo‘lsa, tayanch stansiya aynan ushbu manba orqali elektr energiyasi bilan ta’minlanadi hamda monitoring markaziga mazkur holat haqida xabar yuboriladi. Agar MEET yetarli kuchlanishni ta’minlay olmasa yoki mavjud bo‘lmasa, keyingi bosqichda AKning mavjudligi aniqlanadi. Agar u mavjud bo‘lsa, tayanch stansiya AK orqali quvvatlanadi. Bu jarayon davomida monitoring

ISSN 3030-3907

markaziga stansiyaning joriy holati haqida ma’lumot yuboriladi va qurilmaning ishlash holati tekshiriladi. Agar tizim to‘g‘ri ishlayotgan bo‘lsa, algoritm o‘z faoliyatini yakunlaydi, aks holda jarayon davom ettiriladi.

Agar yuqorida ko‘rsatilgan barcha energiya manbalari mavjud bo‘lmasa yoki yetarli quvvatni ta’minlay olmasa, natijada tayanch stansiya elektr energiyasi bilan ta’minlanmaydi va uzilish yuz beradi. Har bir holatda energiya manbasi orqali quvvat ta’minlangach, qurilmaning ishlash holati alohida baholanadi. Agar tizimda nosozlik yoki yetarli ishlash holati kuzatilsa, algoritm boshidan qayta ishga tushiriladi va yuqoridagi jarayonlar takroran amalga oshiriladi.

Mahalliy elektr energiya tarmog‘i yetib bormagan hududlarda asosan qayta tiklanuvchan energiya manbalari tayanch stansiyalarni elektr energiya bilan ta’minlaydi. Bunday muqobil energiya manbalari bilan ta’minlangan stansiyalar an’anaviy elektr tarmoqlariga bog‘liq bo‘lmagan holda ishlaydi. Ular quyosh panellari, shamol generatorlari yoki gibrid tizimlar orqali energiya bilan ta’minlanadi. Bunday tizimlar ekologik jihatdan qulay bo‘lib, uzoq hududlardagi tayanch stansiyalar uchun samarali yechim hisoblanadi. Ayniqsa, elektr ta’minoti yetarli darajada rivojlanmagan hududlarda bu stansiyalar muhim rol o‘ynaydi. Mahalliy elektr tarmoqdan tashqari mustaqil tayanch stansiyalarning uzluksiz elektr ta’minotini ta’minlash maqsadida quyosh panellari, shamol generatori, shamol generatori va akkumulyatorlarning navbatma-navbat ishlatilishini boshqaruvchi algoritm ishlab chiqilgan (4-rasm).



4-rasm. Mustaqil tayanch stansiyalarning elektr energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmi

ISSN 3030-3907

Ushbu algoritmning ishlash jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi. Dastlab, tizim ishga tushiriladi va quyosh panellarining kuchlanish qiymati tekshiriladi. Agar quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarayotgan kuchlanish 48 voltdan yuqori bo‘lsa, tayanch stansiya aynan ushbu manba orqali elektr energiyasi bilan ta’minlanadi hamda monitoring markaziga mazkur holat haqida xabar yuboriladi.

Agar quyosh panellari yetarli kuchlanishni ta’minlay olmasa yoki mavjud bo‘lmasa, keyingi bosqichda shamol generatorining mavjudligi aniqlanadi. Agar u mavjud bo‘lsa, tayanch stansiya shamol generatori orqali quvvatlanadi, shu bilan birga mavjud bo‘lsa, quyosh panellariga ulangan akkumulyatorlar ham zaryadlanadi. Bu jarayon davomida monitoring markaziga stansiyaning joriy holati haqida ma’lumot yuboriladi va qurilmaning ishlash holati tekshiriladi. Agar tizim to‘g‘ri ishlayotgan bo‘lsa, algoritm o‘z faoliyatini yakunlaydi, aks holda jarayon davom ettiriladi.

Agar shamol generatori ham mavjud bo‘lmasa, akkumulyator blokining mavjudligi tekshiriladi. Agar akkumulyator mavjud va ishlashga yaroqli bo‘lsa, u holda tayanch stansiya aynan shu manba orqali energiya bilan ta’minlanadi, monitoring tizimiga holat haqida xabar uzatiladi va qurilmaning ish faoliyati baholanadi.

Agar yuqorida ko‘rsatilgan barcha energiya manbalari mavjud bo‘lmasa yoki yetarli quvvatni ta’minlay olmasa, natijada tayanch stansiya elektr energiyasi bilan ta’minlanmaydi va uzilish yuz beradi. Har bir holatda energiya manbasi orqali quvvat ta’minlangach, qurilmaning ishlash holati alohida baholanadi. Agar tizimda nosozlik yoki yetarli ishlash holati kuzatilsa, algoritm boshidan qayta ishga tushiriladi va yuqoridagi jarayonlar takroran amalga oshiriladi.

NATIJA VA MUHOKAMA

TS energiya ta’minot manbalarini boshqarish algoritmlari tahlili natijasi shuni ko‘rsatadiki ushbu algoritmlar energiya ta’minot manbalarini boshqarishda ta’minot manbalari holatini inobatga olmaydi. Undan tashqari akkumulyatorlar faqat dizel generatori ishga tushgunga qadar elektr energiya bilan ta’minlaydi. Bu esa akkumulyatorni zaryadlash/razryadlash siklini oshiradi va ishlash muddatini kamaytiradi. Bugungi kunda, asosiy elektr energiya ta’minot tizimida uzilish bo’lganda superkondensatorlardan foydalanish ancha samarali hisoblanmoqda [9], [13].

Undan tashqari o‘zgaruvchan ob-havo sharoiti sababli qayta tiklanuvchan energiya ta’minot manbalari ishlab chiqarilayotgan kuchlanish qiymati tez tez o‘zgarib turadi. Bu o‘zgarishlarda superkondensatorlarni yordamchi element sifatida qo‘shish tizim ishonchiligi oshiradi va akkumulyatorlar ishlash muddatini uzaytiradi.

ISSN 3030-3907

Xulosa

Mobil aloqa tayanch stansiyalarining samarali ishlashi uchun energiya ta’minotining uzluksizligini ta’minlash va turli energiya manbalarini optimal boshqarish muhim hisoblanadi[13], [14], [15]. Energiya boshqarish tizimlari turli manbalar o‘rtasida avtomatik ravishda almashinuvni amalga oshirish, elektr energiyasining ishlatilishini monitoring qilish va optimallashtirishga xizmat qiladi. Bu esa tayanch stansiyalarning ishlash samaradorligini oshirish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi. Shu sababli, yuqoridagi kamchiliklarni inobatga olgan holda samarali energiya boshqarish algoritmlari ishlab chiqilishi va qo‘llanilishi lozim. Ushbu algoritmlar turli energiya manbalaridan foydalanish tartibini optimallashtirish, elektr ta’minotining uzluksizligini ta’minlash va energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan bo‘lishi lozim. Mobil aloqa tayanch stansiyalarining energiya samaradorligini oshirish nafaqat aloqa xizmatlarining barqarorligini ta’minlash, balki ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali energiya yechimlarini ishlab chiqish imkonini ham beradi. Bu esa kelajakdagi telekommunikatsiya infratuzilmasining rivojlanishi uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Matyokubov, O‘tkir, and Muhammad Muradov. "Mobil aloqa tayanch stansiyasi elektr ta’minot tizimlaridagi dolzarb muammolar." International Journal of scientific and Applied Research 1.3 (2024): 79-83.
2. M. M. Muradov “Mobil aloqa tayanch stansiyalarini qayta tiklanuvchan energiya ta’minot manbalaridan foydalangan holda energiya bilan ta’minlash xususiyatlari”, Al-farg‘oniy avlodlari jurnali 4-son 1(8) 2024, 245-250 b.
3. U. K. Matyokubov, M. M. Muradov and O. B. Djumaniyozov, "Analysis of Sustainable Energy Sources of Mobile Communication Base Stations in the Case of Khorazm Region," 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICISCT55600.2022.10146885.
4. Murod o‘g‘li, Muradov Muhammad. "Enhancing the energy efficiency of wireless sensor networks." International scientific conferences with higher educational institutions. Vol. 1. No. 05.05. 2023.
5. Qutliyev, U. O., et al. "Integration Of Fuzzy Set Approach For Comprehensive Study Of Sustainable Functioning Of The Telecommunication System Of Uzbekistan." The American Journal of Engineering and Technology 3.06 (2021): 35-46.

ISSN 3030-3907

6. U. K. Matyokubov and M. M. Muradov, "Comparison of Routing Methods in Wireless Sensor Networks," 2023 IEEE XVI International Scientific and Technical Conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE), Novosibirsk, Russian Federation, 2023, pp. 1780-1784, doi: 10.1109/APEIE59731.2023.10347799.
7. O‘.K.Matyokubov, M. M. Muradov and O.B.Djumaniyozov “Xorazm viloyati misolida mobil aloqa tayanch stansiyalari barqaror energiya manbalarining tahlili”, “Axborot texnologiyalari, tarmoqlar va telekommunikatsiyalar” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani, Urganch-2022, 107-111 b.
8. Matyokubov, U. K., and D. A. Davronbekov. "The impact of mobile communication power supply systems on communication reliability and viability and their solutions." International Journal of Advanced Science and Technology 29.5 (2020): 3374-3385.
9. U.K.Matyokubov, M.M.Muradov and J.F.Yuldoshev, "Development of the Method and Algorithm of Supplying the Mobile Communication Base Station with Uninterrupted Electrical Energy," 2024 IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Altai, Russian Federation, 2024, pp. 2400-2406, doi: 10.1109/EDM61683.2024.10615043.
10. Davronbekov, Dilmurod, Utkir Karimovich Matyokubov, and Malika Ilkhamovna Abdullayeva. "Evaluation of reliability indicators of mobile communication system bases." Evaluation 11 (2020): 16-2020.
11. Davronbekov, D. A., U. K. Matyokubov, and J. A. Aripov. "Analysis of Reliability Issues in Telecommunications Networks and Power Grids." Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference «RECENT SCIENTIFIC INVESTIGATION. No. 91.
12. D. Dilmurod, M. Utkir, M. Muhammad, "A Device that Controls the Power Supply Sources of a Mobile Communication Base Station", International Journal of Innovative Research in Engineering & Management (IJIREM), Vol-12, Issue-2, Page No-22-29, 2025. Available from: https://doi.org/10.55524/ijirem.2025.12.2.4
13. N.R.Yusupbekov, N.R.Matyokubov and T.O.Rakhimov “Electromagnetic mechatron module control algorithm based on linear performance element of industrial robots”, AIP Conference Proceedings, 2024, 3119(1), 060012. https://doi.org/ 10.1063/5.0214843.
14. N.R.Matyokubov and T.O.Rakhimov, “Group Control of Functional Linear Actuation Elements of Mechatronic Modules” Transactions of the Korean

ISSN 3030-3907

Institute of Electrical Engineers, 2024-06(Vol.73 No.06) https://doi.org/10.5370/KIEE.2024.73.6.995

15. N.R.Matyokubov and T.O.Rakhimov “Structural-Mode Graphs of Electromagnetic and Mechatronic Modules of Intelligent Robots” 12th World Conference “Intelligent System for Industrial Automation” (WCIS-2022), https://doi.org/10.1007/978-3-031-53488-1_30.

ISSN 3030-3907