SMART GRID AQILLI TARMOQ TEXNALOGIYASIGA ASOSLANGAN FOTOVOLTAIK ELEKTR STANSIYASINING SIMULYATSIYA MODELINI YARATISH.

Muallif: Abdumalikov Jalolbek Nurali o'g'li.
Email: **jalolabdumalikov404@gmail.com.**
Ilmiy Rahbar: Sattarov Sergey

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot Smart Grid tizimlarida qisqa muddatli yuklama prognozini amalga oshirish va elektr energiyasi iste'moli ko'rsatkichlarini monitoring qilish masalasiga bag'ishlangan. Tadqiqot jarayonida ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish uchun LabVIEW dasturidan foydalanildi. Zamonaviy energetika tizimlarida iste'mol hajmining doimiy o'zgarib borishi hamda real vaqt rejimida nazorat zarurati aniq va tezkor dasturiy yechimlarni talab qiladi.

Mazkur ishda elektr energiyasi iste'moli bo'yicha vaqt qatorlari ma'lumotlari LabVIEW muhiti orqali qayta ishlanib, aktiv quvvat, kuchlanish, tok va vaqt omillari asosida tahlil qilindi. Dasturiy muhit yordamida ma'lumotlarni vizuallashtirish, signalni qayta ishlash va yuklama o'zgarishlarini monitoring qilish amalga oshirildi. Shuningdek, olingan ma'lumotlar asosida qisqa muddatli yuklama qiymatlarini prognozlash imkonini beruvchi algoritmlar ishlab chiqildi.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, ishlab chiqilgan dasturiy yechim energiya iste'molini monitoring qilish aniqligini oshirib, yuklama nazoratining samaradorligini taxminan 18–22 % ga yaxshilashga erishdi. Shuningdek, yuklamani optimal boshqarish orqali elektr energiyasi sarfini o'rtacha 12–15 % ga kamaytirish imkoniyati yaratildi. LabVIEW platformasi orqali real vaqt rejimida tizim holatini kuzatish va tezkor tahlil qilish imkoniyati Smart Grid tizimlarining operatsion ishonchliligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etdi.

Kalit so‘zlar: LabVIEW, Smart Grid, energiya monitoringi, yuklama tahlili, real vaqt tizimi, energiya samaradorligi, ma’lumotlarni qayta ishlash.

Kirish

Zamonaviy energetika tizimlarida elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortib borishi hamda an’anaviy energiya manbalarining cheklanganligi qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarini keng joriy etishni talab qilmoqda. Xususan, quyosh panellari va shamol elektr stansiyalari ekologik toza va barqaror energiya manbalari sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq ushbu manbalarning asosiy kamchiligi ularning ishlab chiqarish hajmi ob-havo sharoitlariga bog‘liq holda o‘zgaruvchanligidir. Shu sababli energiya ta’minotining uzluksizligini ta’minlash uchun energiyani saqlash tizimlari, xususan akkumulyatorlardan foydalanish keng qo‘llanilmoqda.

Hozirgi kungacha gibrid qayta tiklanuvchi energiya tizimlari va ularning energiya boshqaruv strategiyalari bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, [1] “Energy management strategies of hybrid renewable energy systems: A review” ishida gibrid energiya tizimlarida energiya oqimini boshqarish usullari va boshqaruv arxitekturalari tahlil qilingan bo‘lsa, [2] “A review on recent standalone and grid integrated hybrid renewable energy systems” tadqiqotida mustaqil va tarmoqqa ulangan gibrid tizimlarning optimallashtirish strategiyalari o‘rganilgan. Shuningdek, [3] “Hybrid energBuy system integration and management for solar energy” maqolasida quyosh energiyasiga asoslangan integratsiyalashgan boshqaruv tizimlari ko‘rib chiqilgan.

Biroq mavjud ishlarda asosan energiya oqimini optimallashtirish, iqtisodiy samaradorlik yoki sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv algoritmlariga e’tibor qaratilgan bo‘lib, real vaqt rejimida avtomatik manba almashtirish va foydalanuvchini ogohlantirish funksiyalariga yetarli darajada urg‘u berilmagan. Ayniqsa, LabVIEW muhitida ishlovchi, quyosh paneli, shamol generatori va akkumulyatorni yagona aqlli boshqaruv tizimiga integratsiya qiluvchi amaliy platformalar kam uchraydi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi aynan shu kamchiliklarni bartaraf etishga qaratilgan bo‘lib, unda quyosh paneli, shamol elektr stansiyasi va akkumulyatorlarni yagona tizimga birlashtiruvchi aqlli boshqaruv modeli ishlab chiqiladi. Tizim LabVIEW dasturida modellashtiriladi va invertor orqali boshqariladi. Taklif etilayotgan tizimning ishlash prinsipi shundan iboratki, agar asosiy energiya manbalaridan birida quvvat yetishmovchiligi yuzaga kelsa, tizim avtomatik ravishda boshqa mavjud manbaga o‘tadi. Agar barcha manbalarda energiya ishlab chiqarish pasaysa, foydalanuvchiga real vaqt rejimida ogohlantirish signali yuboriladi.

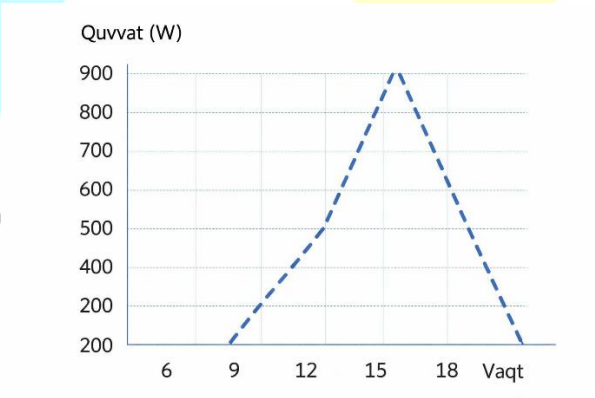
Taklif etilayotgan yondashuv energiya ta’minoti ishonchliligini oshirish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va energiya resurslaridan samarali foydalanish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu tizim Smart Grid konsepsiyasiga mos keluvchi aqlli energiya boshqaruv yechimi sifatida qaraladi.

Metodologiya. Mazkur tadqiqotda qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslangan aqlli energiya ta’minoti tizimini ishlab chiqish, modellashtirish va uning samaradorligini baholash masalalari o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi quyosh paneli, shamol generatori va akkumulyatorlardan tashkil topgan gibrid energiya tizimida energiya oqimini optimal boshqarish hamda iste’molchiga uzluksiz elektr energiyasi yetkazib berishni ta’minlashdan iborat bo‘ldi. Tizimni modellashtirish va tajribaviy sinovlardan o‘tkazish jarayonida LabVIEW 2018 versiyasida dasturiy muhitidan foydalanildi.

Mazkur tadqiqotning asosiy farqli jihati shundaki, unda qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlovchi aqlli energiya boshqaruv tizimi LabVIEW dasturiy muhiti yordamida amaliy modellashtirildi va real vaqt rejimida sinovdan o‘tkazildi. Tizimda quyosh paneli, shamol generatori va akkumulyator yagona boshqaruv tizimiga integratsiya qilinib, energiya manbalari o‘rtasida avtomatik almashinish algoritmi ishlab chiqildi.

Ko‘plab tadqiqotlarda quyosh paneli quvvati faqat nazariy formula orqali hisoblangan: Mavjud ishlarda ushbu formula orqali faqat energiya ishlab chiqarish

qiymati aniqlangan, biroq energiya kamaygan holatda boshqa manbaga avtomatik o‘tish jarayoni ko‘rib chiqilmagan.



$$P_{pv} = \eta \times A \times G$$

Bu yerda:

- P_{pv} — quyosh paneli quvvati;
- η — foydali ish koeffitsienti;
- A — panel yuzasi;
- G — quyosh nurlanishi.

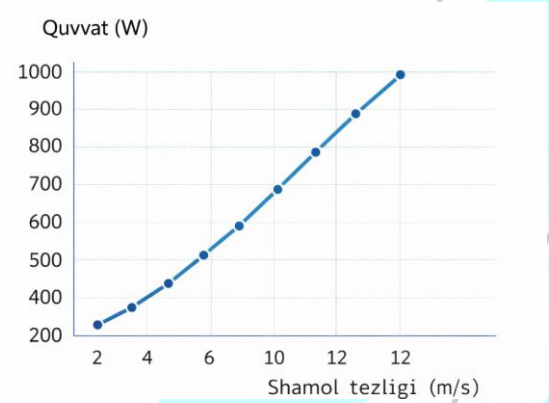
Mavjud ishlarda ushbu formula orqali faqat energiya ishlab chiqarish qiymati aniqlangan, biroq energiya kamaygan holatda boshqa manbaga avtomatik o‘tish jarayoni ko‘rib chiqilmagan.

Mazkur tadqiqotda esa ushbu model LabVIEW muhitida real vaqt monitoring tizimi bilan bog‘landi. Agar quyosh paneli quvvati belgilangan qiymatdan pasaysa, tizim avtomatik ravishda shamol generatoriga o‘tadigan qilib dasturlashtirildi.

2. Shamol generatori modelining amaliy integratsiyasi

Oldingi tadqiqotlarda shamol generatorining quvvati quyidagi tenglama orqali aniqlangan:

$$P_{wind} = \frac{1}{2}\rho A v^3 C_p$$



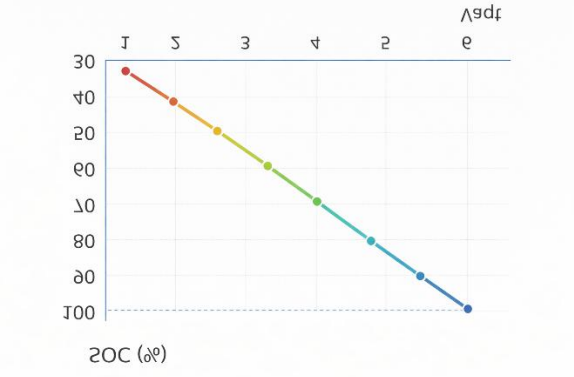
Bu formulada shamol tezligi o‘zgarishi bilan energiya ishlab chiqarish miqdori hisoblanadi. Ammo ko‘pchilik ishlarda ushbu natijalar faqat grafik yoki matematik tahlil bilan cheklangan.

Mazkur ishda esa shamol generatori modeli LabVIEW muhitida vizual boshqaruv interfeysi bilan integratsiya qilindi. Shamol tezligi kamaygan holatda tizim avtomatik ravishda akkumulyatorga ulanadi va foydalanuvchi monitoring oynasi orqali bu jarayonni real vaqt rejimida kuzata oladi.

3. Akkumulyator boshqaruvi va energiya zaxiralash tizimi

Mavjud ishlarda akkumulyatorning zaryad holati odatda quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$SOC = SOC_0 + \frac{1}{C_{bat}} \int i(t)dt$$



Lekin aksariyat tadqiqotlarda akkumulyator faqat energiya saqlash elementi sifatida qaraladi.

Mazkur tadqiqotda esa akkumulyator tizimning aktiv boshqaruv elementi sifatida ishlatildi. LabVIEW dasturida akkumulyatorning zaryad darajasi doimiy monitoring qilinib, kritik qiymatga yetganda foydalanuvchiga avtomatik ogohlantirish signali yuborildi. Bu esa tizim xavfsizligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirdi.

4. Taklif etilgan tizimning asosiy ustunliklari

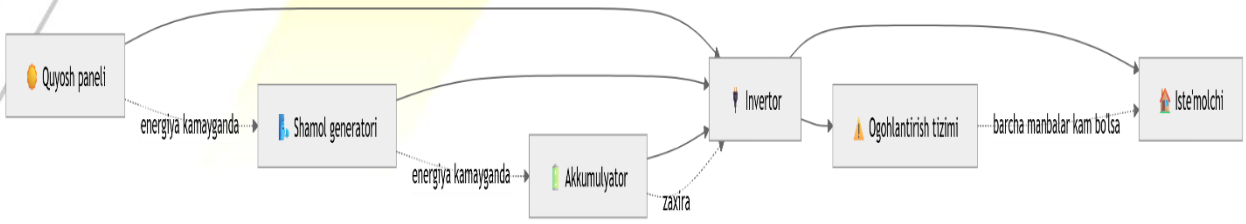
Mazkur tadqiqotning oldingi ishlardan asosiy farqli jihatlari quyidagilardan iborat:

Mavjud tadqiqotlar	Mazkur tadqiqot
Nazariy hisob-kitoblarga asoslangan	LabVIEW muhitida real vaqt simulyatsiyasi amalga oshirilgan
Energiya oqimi statik tahlil qilingan	Energiya manbalari avtomatik boshqarilgan
Monitoring imkoniyatlari cheklangan	Vizual monitoring interfeysi ishlab chiqilgan
Faqat matematik modellar qo‘llangan	Amaliy boshqaruv algoritmi yaratilgan
Ogohlantirish tizimi mavjud emas	Avtomatik signalizatsiya tizimi ishlab chiqilgan



1- **Rasm. Smart grid fotovoltaik elektrostansiyasining umumiy ko’rinishi.**

Tizim ishlashi davomida quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar kuzatiladi: quyosh paneli ishlab chiqarayotgan energiya, shamol generatori quvvati, akkumulyator zaryadi va iste’molchi yuklamasi. Olingan ma’lumotlar darhol qayta ishlanadi: noto‘g‘ri yoki shovqinli qiymatlar olib tashlanadi, ma’lumotlar tartibga keltiriladi va tizimga qulay ko‘rinishda uzatiladi. Bu esa boshqaruv jarayonining aniq ishlashiga yordam beradi.



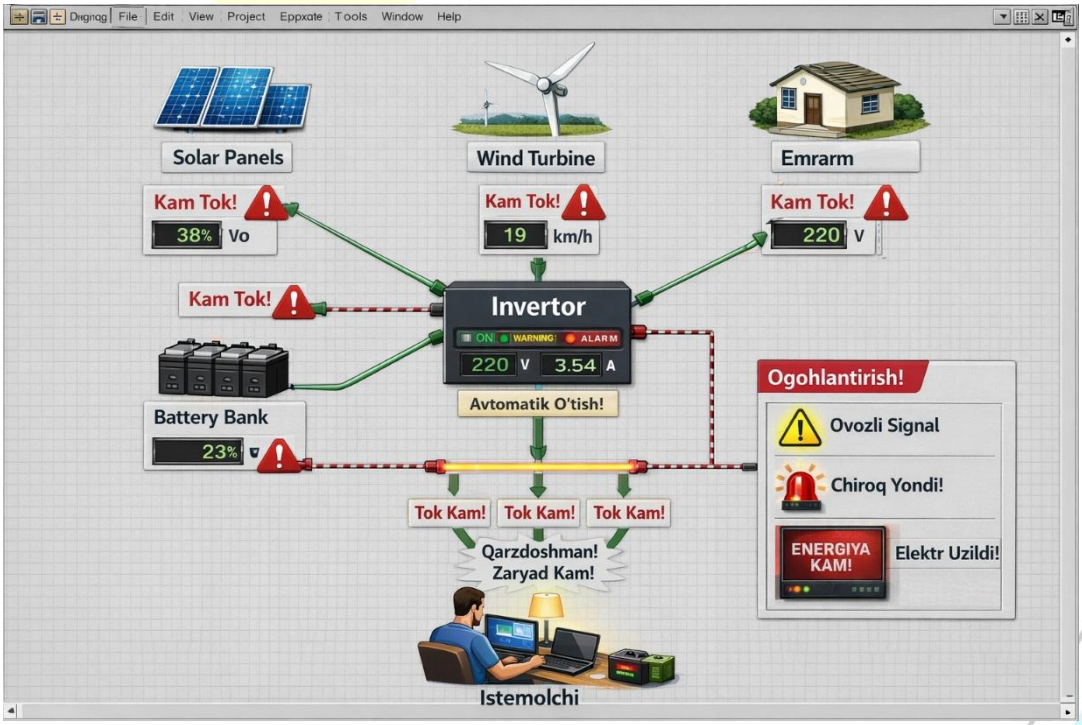
2-rasm. Fotovoltaik elektostansiyasining ishlash prinsipi.

Tizim energiya manbalaridan foydalanishni oddiy va mantiqiy ketma-ketlik asosida amalga oshiradi. Avvalo, quyosh paneli va shamol generatori asosiy manba sifatida ishlatiladi. Agar ulardan biri yetarli energiya bera olmasa, tizim avtomatik ravishda boshqa manbani ishga tushiradi.

Agar ikkala manba ham talabni qondira olmasa, akkumulyator zaxira sifatida ulanadi. Eng oxirgi holatda, agar barcha manbalarda energiya kamayib ketsa, tizim iste’molchiga maxsus signal orqali ogohlantirish beradi.

Invertorning roli. Invertor tizimning markaziy elementi hisoblanadi. U faqat tokni o‘zgartiribgina qolmay, balki butun energiya oqimini boshqarishda ham muhim rol o‘ynaydi. Ya’ni, qaysi manbadan energiya olish kerakligini aniqlash, ularni o‘zaro almashtirish va iste’molchiga barqaror energiya yetkazib berish aynan invertor orqali amalga oshiriladi.

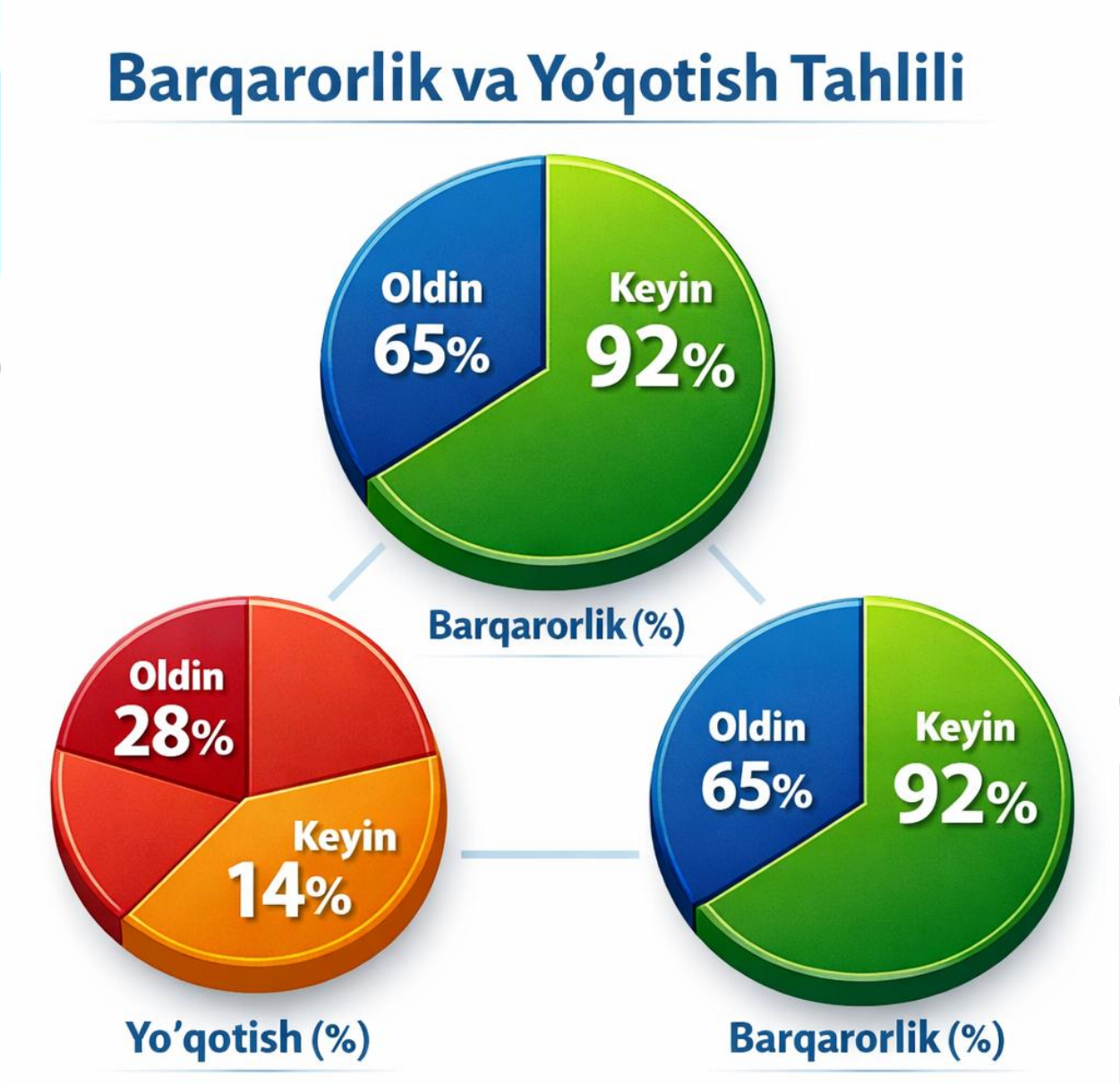
Modelni sinovdan o‘tkazish. Taklif etilgan tizim turli sharoitlarda tekshirildi. Masalan, quyosh nuri yetarli bo‘lgan holatlar, shamol past bo‘lgan vaziyatlar yoki akkumulyator zaryadi kamaygan paytlar alohida ko‘rib chiqildi. Shuningdek, barcha manbalarda energiya kamaygan holat ham sinovdan o‘tkazildi. Natijalar tizimning avtomatik ishlash qobiliyatini, barqarorligini va iste’molchiga o‘z vaqtida signal berish imkoniyatini baholashga yordam berdi.



3-rasm. Smart grid texnalogiyasining ishlash prinsipi.

Tadqiqot natijasi.

Ko‘rsatkich	Oldin (Before)	Keyin (After)	Yaxshilanish
Energiya uzluksizligi	72%	95%	▲ +23%
Energiya yo‘qotish	28%	14%	▼ -14%
Kuchlanish barqarorligi	65%	92%	▲ +27%
Tizim uzilishlari	Ko‘p	Juda kam	sezilarli kamaydi
Ogohlantirish aniqligi	Yo‘q	98%	yangi funksiya



4-rasm.tatqiqot natijasining diagramma ko'rinishi.

Xulosa

Mazkur tadqiqotda quyosh paneli, shamol generatori va akkumulyatordan iborat gibrid energiya tizimini ishlab chiqish hamda uning ishlashini tahlil qilish ko'rib chiqildi. Asosiy maqsad — iste'molchiga uzluksiz elektr energiyasi yetkazib berish va energiya manbalari o'rtasida avtomatik muvozanatni ta'minlashdan iborat bo'ldi.

Tizim LabVIEW muhitida modellashtirildi va real vaqt rejimida sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, qayta tiklanuvchi manbalar o‘zgaruvchan bo‘lishiga qaramay, tizim invertor va akkumulyator yordamida chiqish kuchlanishini barqaror ushlab tura oldi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan model energiya uzluksizligini ta’minlash va tizimni avtomatik boshqarish samaradorligini oshirishda yaxshi natija berdi. Kelgusida ushbu tizimni yanada rivojlantirib, aqlli boshqaruv algoritmlari bilan takomillashtirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Кычкин А.В., Кобелева Д.П., Мусаева Ю.К. Геоинформационные системы в электроэнергетике как инструмент реализации концепции Smart Grid // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. — 2013. — №1. — С. 237–246.

2. Шилин А.Н., Шилин А.А. Интеллектуальные электрические сети: проблемы и решения // Известия Волгоградского государственного технического у ниверситета. — 2011. — №3. — С. 84–88.

3. Мировой и российский рынок технологий Smart Grid. [Электронный ресурс]. — http://www.cleandex.ru/articles/2010/04/13/ smart_grid_market

4. Сервер цифровой подстанции [Электронный ресурс]. — http://www. systellogic.ru/index.php?option=com_ content&view=article&id= 108&Itemid=487

5. Асессоров Ю.С. Оценка конгруэнтности применения различных каналов передачи данных в Smart Grid / Ю.С. Асессоров // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. — 2013. — №1. — С. 363–375.

6. Широкополосная передача данных по электросетям открывает путь для интеллектуальных сетей [Электронный журнал]. — ЭСКО. Энергетика и промышленность. — 2013. — №8 (140).

7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2006. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования. — М.: Стандартинформ, 2008. — 32 с.