



УДК 620.91

**FES LARNI TARMOQQA INTEGRATSIYASIYASI BAHOLASH
(DUNYO MAMLAKATLARI MISOLIDA)***F.F.Sodiqov**Energetika vazirligi huzuridagi Qayta tiklanuvchi energiya
manbalari milliy ilmiy-tadqiqot institute*

Annotatsiya: Ushbu maqolada quyosh energiyasini elektr tarmoqlariga integratsiyalashuvini ko‘rib chiqish bo‘yicha ish taqdim etilgan. Integratsiya texnologiyasi dunyoning energiya talablari tufayli muhim bo‘lib qoldi, bu energiya ishlab chiqarish yoki integratsiya qilishning turli usullariga katta ehtiyoj tug‘irdi, bundan tashqari, quyosh energiyasini qayta tiklanmaydigan manbalarga integratsiyalashuvi muhim ahamiyatga ega, chunki u energiya tezligini pasaytiradi. qayta tiklanmaydigan resurslarni iste‘mol qilish, shuning uchun qazib olinadigan yoqilg‘iga qaramlikni kamaytiradi. Fotoelektr yoki FES tizimi bu inqilobni quyoshning mavjud kuchidan foydalanib, uni doimiy tokdan o‘zgaruvchan tok quvvatga aylantirib boshqaradi.

Kalit so‘zlar: FES, fotoelektr, quyosh, integratsiya, o‘zgaruvchan tok, o‘zgaruvchan tok, tarmoq, texnologiya, tizim, grid, yoqilg‘i.

Quyosh energiya manbaining qayta tiklanadigan energiya manbalarini tarmoqlarga integratsiyalash hozirgi energiya talabi, shuningdek, qazib olinadigan yoqilg‘i zaxiralarining kamayishi va atrof-muhitga ta‘siri tufayli tadqiqotchilar va olimlar orasida mashhur bo‘ldi. Hozirgi quyosh-grid integratsiya texnologiyalari aniqlanadi, quyosh-grid integratsiyasining afzalliklari ta‘kidlanadi, integratsiya uchun quyosh tizimining xususiyatlari va integratsiyaning oqibatlarini va muammolari muhokama qilinadi. Integratsiya masalalari va ikkala tizimning mosligi (ya‘ni quyosh va tarmoq avlodlari) ham quyosh tizimi, ham kommunal tomondan ko‘rib chiqiladi. Ushbu ko‘rib chiqish mavjud loyihalarda duch keladigan aniq muammolarni takrorlamasdan yangi loyihalarda quyosh-tarmoq integratsiyasini amalga oshirishga yordam beradi va tadqiqotchilar va olimlar uchun quyosh-tarmoq integratsiyasining foydali taraflari to‘g‘risida ma‘lumot beradi.

Quyosh tarmog‘i integratsiyasi - bu Fotoelektr (FES) quvvatni milliy kommunal tarmoqlarga sezilarli darajada kiritish imkonini beruvchi tarmoq. Bu muhim texnologiya, chunki standartlashtirilgan FES tizimlarining tarmoqlarga integratsiyasi binoning energiya balansini optimallashtiradi, FES tizimining iqtisodini yaxshilaydi, operatsion xarajatlarni kamaytiradi va iste‘molchi va kommunal xizmatlar uchun qo‘shimcha qiymat beradi [19]. Quyosh-grid integratsiyasi hozir dunyoning ko‘plab mamlakatlarida keng tarqalgan amaliyotdir; chunki qazib olinadigan yoqilg‘iga qarshi muqobil toza energiyadan foydalanishga



talab ortib bormoqda [1]. Quyosh energiyasidan foydalanadigan elektr energiyasining global oʻrnatilgan quvvati eksponentsial oʻsishni kuzatdi va 2016-yil oxirida 290 GVtga yetdi. IRENAning qayta tiklanadigan energiya quvvati statistik maʼlumotlariga koʻra (2017), hozirda Xitoy quyosh energiyasi boʻyicha yetakchi ishlab chiqaruvchi, undan keyin Yaponiya, Germaniya, va Amerika Qoʻshma Shtatlari. Shuningdek, mintaqalar boʻyicha quyosh energiyasining oʻrnatilgan quvvati 98,8 GVt dan ortiq boʻlgan Yevropa yetakchisi, 92,3 GVt bilan Osiyodan keyingi oʻrinlarda turadi. Afrika taxminan 1,92 GVt quvvatga ega quyosh energiyasi boʻyicha eng kam oʻrin tutadi [15], [22], [21]. Biroq, Afrika quyosh radiatsiyasida juda koʻp, Afrikaning aksariyat mamlakatlari yiliga elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin boʻlgan juda koʻp miqdordagi yorqin quyosh nurini oladi. Koʻzga koʻringan hududlarga Shimoliy va Gʻarbiy Afrika choʻllari kiradi, masalan Misr, Nigeriya va janubiy va Sharqiy Afrikaning baʼzi qismlari, ular juda yuqori nurlanish intensivligi bilan uzoq quyoshli kunlarni oladi. IRENAning qayta tiklanadigan energiya quvvati statistik maʼlumotlariga koʻra (2017), Afrika 2,5 GVt umumiy quyosh Fotoelektr quvvatiga deyarli erishdi, bu dunyodagi 290 GVt quyosh quvvatining 1,16% dan kamrogʻini tashkil qiladi. Janubiy Afrikada uning hududining koʻp qismi yiliga 2500 soatdan ortiq quyosh nurini oladi va quyosh radiatsiyasi darajasi kuniga 4,5 dan 6,5 kVt/m², yillik 24 soatlik global quyosh radiatsiyasi 220 ni tashkil qiladi. Vt/m² [21]. Mamlakat yuqori quyosh energiyasi salohiyatiga ega deb hisoblanadi. Botsvanada, Jahon Energetika Kengashi hisobotiga koʻra (2016), Botsvana yiliga taxminan 280-330 kunlik quyosh nurlanishining yuqori tezligini oladi, kunlik quyosh nuri yozda 9,9 soatdan qishda 8,2 soatga oʻzgarib turadi. Umumiy quyosh radiatsiyasi taxminan 2100 kVt/m²/yil. Biroq, hozirda mamlakatdagi mavjud resursdan yetarlicha foydalanilmayapti. U asosan maishiy quyosh suvini isitish uchun ishlatiladi, lekin FES texnologiyasi kichik ishlab chiqarish tizimlari uchun ham qoʻllaniladi [21]. Misr dunyoning quyosh kamarida joylashgan yana bir mamlakatdir va shuning uchun quyosh energiyasidan foydalanish juda yaxshi. WEC [21] maʼlumotlariga koʻra, oʻzgaruvchan tokga quyosh nurlanishi taxminan 1950 kVt/m² ni tashkil qiladi. Oʻrta er dengizi sohilida 2/yil, Yuqori Misrda 2600 kVt/m²/yil dan ortiq, Misr hududining qariyb 90% foizida oʻrta oʻzgaruvchan tokha global radiatsiya yiliga 2200 kVt/m² dan yuqori. Misrning Qohiradan 90 km janubda joylashgan Koraymatdagi birinchi konsentratsiyali quyosh energiyasi (CSP) zavodi loyihasi har biri taxminan 40 MVt quvvatga ega ikkita gaz turbinasi va 70 MVt quvvatga ega bugʻturbinasidan iborat boʻlishi taxmin qilinmoqda. Umumiy ishlab chiqarish quvvati taxminan 140 MVtni tashkil qiladi [21].

Quyosh-grid integratsiyasi texnologiyasi ilgʻor inverterlar texnologiyasi, orolga qarshi texnologiya, tarmoq-oʻsimliklarni himoya qilish texnologiyasi, quyosh-grid prognozlash texnologiyasi va aqlli tarmoqlar texnologiyasini oʻz ichiga oladi. Inverter odatda engil quvvatli inverterlar (100-10 000 Vt), quvvatli inverterlar



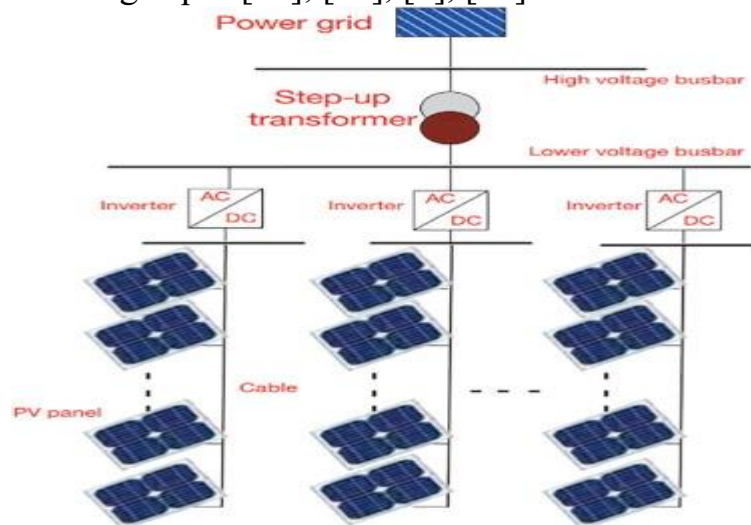
(odatda 500-20 000 Vt), og'ir yuk inverterlari odatda (10 000-60 000 Vt) uzluksiz ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi. Quyosh massivi tomonidan yaratilgan energiya yuklarni to'g'ridan-to'g'ri quvvatlaydi, har qanday ortiqcha narsa kommunal xizmatga yuboriladi, natijada aniq o'lchash [22]. Tarmoq bilan bunday o'zaro ta'sir tufayli inverterlar orolga qarshi himoyaga ega bo'lishi kerak, ya'ni ular tarmoq tushib ketganda quvvat oqimini avtomatik ravishda to'xtatishi kerak [6]. Hozirgi vaqtda to'g'ridan-to'g'ri quyosh energiyasini tarmoq uchun o'zgaruvchan tok quvvatiga aylantiradigan ilg'or inverter qurilmalari kuchlanishni nazorat qilish va tarmoqni yanada barqaror qilish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan xususiyatlarga ega. Ishlab chiqarish jarayonida inverterlarning ilg'or Fotoelektr (FES) sig'implari ESIFning elektr ta'minoti tizimi va megavatt miqyosdagi tarmoq simulyatorlari yordamida tekshiriladi. Simulyatsiya paytida inverterlar real simulyatsiya muhitiga joylashtiriladi va inverterning ilg'or xususiyatlarining quvvat ishonchligi va sifatiga ta'sirini ko'ring [12].

Quyosh energiyasi ishlab chiqarish. Asosan, tarmoq energiyasi bilan integratsiyalashgan quyosh energiyasini ishlab chiqarishning ikki turi mavjud - konsentrlangan quyosh energiyasi (CSP) va Fotoelektr (FES) quvvat. Ba'zan quyosh issiqlik energiyasini ishlab chiqarish deb nomlanuvchi CSP ishlab chiqarish issiqlik energiyasini (bug') elektr energiyasiga aylantiradigan an'anaviy issiqlik energiyasini ishlab chiqarishga o'xshaydi. Biroq, Fotoelektr (FES) quyosh panellari quyosh issiqlik tizimlaridan farq qiladi, chunki ular issiqlik energiyasini ishlab chiqarish uchun quyosh issiqligini ishlatmaydilar, aksincha ular to'g'ridan-to'g'ri elektr tokini (O'ZGARMAS TOK) hosil qilish uchun "Foto effekt" orqali quyosh nurlaridan foydalanadilar. Keyinchalik to'g'ridan-to'g'ri oqim elektr tarmog'iga tarqatish uchun odatda inverterlar va boshqa komponentlar yordamida o'zgaruvchan tokga aylantiriladi. FES tizimlari issiqlik energiyasini ishlab chiqarmaydi yoki saqlamaydi, chunki ular to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasini ishlab chiqaradi va elektr energiyasini (masalan, batareyalarda), ayniqsa katta quvvat darajalarida osongina saqlash mumkin emas. Biroq, konsentrlangan quyosh energiyasi tizimlari (CSP) issiqlik energiyasini saqlash texnologiyalari yordamida energiyani saqlashi mumkin. Issiqlik energiyasini saqlashning bunday qobiliyati energiya ishlab chiqarish sanoatida CSP-dan foydalangan holda quyosh issiqlik texnologiyasining yaxshiroq kirib borishiga olib keldi, chunki bu holat odatda FES tizimlarida uchraydigan uzilishlar muammolarini engishga yordam beradi. Ushbu stsenariylar tufayli CSP tizimlari issiqlik energiyasini saqlash texnologiyalari sifatida keng ko'lamli energiya ishlab chiqarish uchun yanada jozibador. CSP tarmoq integratsiyasi uchun yaxshiroq ishlashga ega bo'lsa-da, texnologiya va yuqori xarajat hozirda uning keng ko'lamli kengayishi va joylashishini cheklaydi, chunki u yuqori boshlang'ich xarajatlarni talab qiladigan bug' va quyosh qurilmalarini o'z ichiga oladi. Fotoelektr qurilmalarning kamayishi va hatto energiya bozoridagi sharoit hozirda Fotoelektr qurilmalarga yordam beradi [5], [7].



Quyosh-Grid integratsiyasi - bu FES yoki CSP tizimidan ishlab chiqarilgan keng ko‘lamli quyosh energiyasini mavjud elektr tarmog‘iga kirishga imkon beradigan texnologiya. Ushbu texnologiya ehtiyotkorlik va e‘tiborni talab qiladi, shu jumladan quyosh komponentlarini ishlab chiqarish, o‘rnatish va ishlatish sohalarida. Quyosh energiyasining kirib borish darajalari elektr uzatish tarmog‘iga samarali bog‘langan bo‘lishi kerak; bunday o‘zaro bog‘liqlik turli nuqtalarda tarmoqqa ta’sirini chuqur tushunishni talab qiladi.

Tarmoqqa kirish uchun FES modullaridan foydalanadigan Fotoelektr qurilma asosan turli komponentlardan iborat, lekin asosan inverter integratsiya uchun eng muhim komponent hisoblanadi. Boshqa komponentlar 1-rasmda ko‘rsatilganidek, FES generatori (quyosh modullari), Generator aloqa qutisi (GAQ), Hisoblagichlar, Grid aloqasi va O‘ZGARMAS TOK va O‘ZGARUVCHAN TOK kabellarini o‘z ichiga oladi. Inverterlar har qanday quyosh energiyasi tizimida hal qiluvchi rol o‘ynaydi va ko‘pincha loyihaning miyasi hisoblanadi. Invertingning asosiy vazifasi to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqimni (O‘ZGARMAS TOK) barcha tijorat qurilmalari tomonidan qo‘llaniladigan o‘zgaruvchan tokga (O‘ZGARUVCHAN TOK) "o‘zgartirish" dir. Inverterlar o‘zgaruvchan yuk sharoitlariga qaramay, doimiy kuchlanish va chastotani ta‘minlash uchun talab qilinadi va reaktiv yuklar holatida reaktiv quvvatni etkazib berish yoki qabul qilish kerak [22]. Invertingdan tashqari, inverterlar tizimlarni bir-biri bilan uyg‘unlashtiradi va quyosh energiyasini tarmoqqa maksimal samaradorlik bilan etkazib beradi. Shunday qilib, FES o‘rnatishning rentabelligi FES modullarining yo‘nalishi, o‘zaro bog‘lanishi va sifati kabi invertingning ishonchiligi va samaradorligiga ham bog‘liqdir [21], [12], [6], [18].



1-rasm. FES elektr stantsiyasining diagrammasi.

Quyosh tarmog‘i integratsiyasining qiyinchiliklari, afzalliklari va atrof-muhitga ta’siri. Ko‘pgina elektr tarmoqlarida energiya bir yo‘nalishda - markazlashtirilgan generatorlardan podstansiyalarga, keyin esa iste’molchilarga o‘tadi. Quyosh energiyasini ishlab chiqarish bilan energiya har ikki yo‘nalishda ham



oqishi mumkin. Biroq, aksariyat elektr taqsimlash tizimlari ikki tomonlama quvvat oqimini ta'minlash uchun mo'ljallanmagan. Uzoq va qishloq yoki rivojlanayotgan hududlarga xizmat ko'rsatadigan tarqatuvchi oziqlantiruvchi davrlar uchun, yuk va FES ishlab chiqarish bir-biriga mos kelmasa, hatto kichik miqdordagi FES tizim parametrlariga ta'sir qilishi mumkin [9]. FES ishlab chiqarish mahalliy energiya talabidan oshib ketganda, energiya tarqatish moslamasi orqali va ehtimol mahalliy nimstansiya orqali o'tadi, bu esa kommunal tarmoqqa zarar etkazish va bir xil tarqatish sxemasi tomonidan xizmat ko'rsatadigan boshqa kommunal iste'molchilarga ta'sir qilish potentsialini oshiradi [9].

Aksariyati shahar markazlaridan uzoqda joylashgan yirik FES loyihalari yoki fermer xo'jaliklari uchun ular ko'pincha elektr energiyasini haqiqiy foydalaniladigan joyga uzoq masofaga etkazish uchun elektr uzatish liniyalarini talab qiladi. Bu elektr uzatish liniyalarini qurish uchun ko'proq sarmoya talab qiladi va ko'pincha "liniya yo'qotishlariga" olib keladi, chunki tashish paytida energiyaning bir qismi issiqlikka aylanadi va yo'qoladi.

Quyosh-Grid integratsiyasi bilan bog'liq ba'zi muhim muammolar kuchlanish barqarorligi, chastota barqarorligi va umumiy quvvat sifati muammolarini o'z ichiga oladi, tizimga yuklanish 10 MVt dan ortiq bo'lsa, taqsimlangan tizim keng ko'lamli hisoblanadi. Ushbu chegara ostidagi tizimlar quvvat integratsiyasiga mos kelmaydi va odatda quvvat sifati bilan bog'liq ko'plab muammolarga ega. Biroq, keng ko'lamli tizimlar ham quvvat sifati muammolariga duch keladi. Turbinani aylantirishning an'anaviy usulidan foydalanadigan elektr ishlab chiqarish zavodlari ishlab chiqarishni to'liq nazorat qilishdan foyda ko'radi, Fotelekt ishlab chiqarish talabga binoan quvvat ishlab chiqarish hashamatiga ega emas. Quvvat sifati bilan bog'liq muammolar kuchlanish va chastotadan tortib harmonika kabi boshqa sohalarga qadar o'zgarib turadi. Harmonika muammosi asosan qayta tiklanadigan doimiy kuchlanishni O'ZGARUVCHAN TOK ga aylantirishda ishlatiladigan quvvat inverterlaridan kelib chiqadi. Harmonikalar 50 yoki 60 Gts ga ko'payadigan chastotalarni kiritadigan va uskunaning mo'ljallanganidek ishlamasligiga olib kelishi mumkin bo'lgan muayyan yuklar tomonidan yaratiladi. FES tizimlarining o'ziga xos bo'lmagan dispetcherlik xususiyatlari (ya'ni, elektr energiyasiga bo'lgan o'zgaruvchan jamiyat ehtiyojlarini qondirish uchun yoqish yoki o'chirish mumkin bo'lmagan elektr energiyasini ishlab chiqarish) tarmoqda ilgari mavjud bo'lmagan kuchlanish ishlab chiqarish tebranishlariga imkon beradi. Ushbu kuchlanish muammolariga qarshi kurashish uchun saqlash echimlari va boshqa lahzali quvvat ishlab chiqaruvchi echimlar joriy FES tadqiqot va ishlanmalarida birinchi o'rinda turadi. FES ishlab chiqarishning uzluksizligi bilan bir qatorda, tarmoqqa ulangan kuchlanish sifati bilan bog'liq muammolar ham e'tiborga olinishi kerak. Elektr stantsiyalari uzilishsiz ishlashi uchun turli darajadagi kuchlanish darajasidan o'ta olishi kerak. Buning uchun FES stantsiyalari an'anaviy elektr stantsiyalari kabi kuchlanish pasayishlariga moslashishi kerak [3].



FES shuningdek, quyosh energiyasini ishlab chiqarishning yagona usuli bo'lib, u inertial energiya ishlab chiqarishga olib kelmaydi, bu esa keng ko'lamli tarmoq integratsiyasi bilan bog'liq qiyin muammo hisoblanadi. Tarmoqqa kiritilgan inertsiyaning yo'qligi FES integratsiyasida aylanadigan mashinaning yetishmasligi natijasidir.

Uning muammosini hal qilish ketma-ketligini o'z ichiga oladi:

- Quyosh energiyasini ishlab chiqarish minimal kirish qobiliyatiga tushishi mumkinligini aniqroq bashorat qilish uchun yaxshiroq prognozlash vositalaridan foydalanish

- Mahalliy bulut qoplami tufayli avlod o'zgaruvchanligining har qanday ta'sirini minimallashtirish uchun keng geografik hudud bo'ylab quyosh energiyasini o'rnatish

- Elektr ta'minotini almashtirish va ortiqcha energiyani keyinchalik ishlatish uchun saqlash

- Iste'molchilarni elektr energiyasidan foydalanish osonroq bo'lganda foydalanishga undash orqali elektr energiyasiga bo'lgan talabni o'zgartirish.

Quyosh FES ning o'zgaruvchanligi, shuningdek, quyosh fermalarini keng jug'rofiy mintaqa bo'ylab tarqatish yoki juda ko'p bosqichma-bosqich joylashtirish orqali yumshatish mumkin; e'tiborga olinishi kerak bo'lgan standart quvvat hajmi mavjud emas. FES ishlab chiqarish bu borada juda moslashuvchan, chunki uning o'lchamlari yuzlab kilovatt dan yuzlab megavattgacha o'zgaruvchan tokha bo'lishi mumkin [18]. Quyosh fermasini kengroq mintaqa bo'ylab kichikroq hajmda joylashtirish orqali yordamchi dastur har qanday saytga xos bulut o'zgaruvchanligini va tegishli tez yuqoriga va pastga tushishni yumshata oladi. FES o'rnatish uchun ma'lum geografik joylarni nishonga olish, shuningdek, yordamchi dasturga mahalliy kuchlanish bilan bog'liq muammolarni hal qilishga imkon beradi, bu erda joylashtirish ishlab chiqarish aktivlari (ayniqsa, emissiyasi bo'lganlar) muammoli bo'lishi mumkin [18].

Quyosh tarmog'i integratsiyasi bilan bog'liq ekologik muammolar mavjud. Quyosh energiyasi manbalari atrof-muhitga ta'sir qiladi, ularning ba'zilari muhim ahamiyatga ega. Odatda atrof-muhitga ta'sirning intensivligi qo'llaniladigan maxsus texnologiyaga, geografik joylashuvga va boshqa bir qator omillarga qarab o'zgaradi. Har bir qayta tiklanadigan energiya manbalari, xususan, quyosh energiyasi manbai bilan bog'liq mavjud va potentsial ekologik muammolarni tushunish orqali ushbu ta'sirlarni samarali oldini olish yoki minimallashtirish uchun choralar ko'rish mumkin. Ularning joylashuviga qarab, kommunal miqyosdagi yirik quyosh fermalari yerning tanazzulga uchrashi va yashash joylarining yo'qolishi haqida tashvish tug'dirishi mumkin. Olimlar Ittifoqining hisobotiga ko'ra, "quyosh fermalari uchun umumiy yer maydoni talablari texnologiyaga, saytning topografiyasiga va quyosh resursining intensivligiga qarab o'zgaradi. Shamol qurilmalaridan farqli o'laroq, quyosh loyihalari uchun yerni qishloq xo'jaligi



maqsadlari bilan bo'lishish imkoniyati kamroq. Biroq, quyosh tizimlarining quruqlikka ta'sirini ularni, tashlab ketilgan tog'-kon yerlari, dengiz/ko'l yoki mavjud transport va uzatish yo'laklari kabi past sifatli joylarda joylashtirish orqali kamaytirish mumkin [16].

FES modulini ishlab chiqarish jarayoni bir qator xavfli materiallarni o'z ichiga oladi, ularning aksariyati yarimo'tkazgich yuzasini tozalash va tozalash uchun ishlatiladi. Ushbu kimyoviy moddalarga xlorid kislotasi, sulfat kislotasi, nitrat kislotasi, vodorod ftorid va aseton kiradi. Amaldagi kimyoviy moddalarning miqdori va turi hujayra turiga, kerakli tozalash miqdoriga va silikon gofretning o'lchamiga bog'liq [16]. Ishchilar kremniy changini nafas olish bilan bog'liq xavflarga ham duch kelishadi. Shunday qilib, FES ishlab chiqaruvchilari ishchilarga ushbu kimyoviy moddalar ta'siridan zarar ko'rmasliklari va ishlab chiqarish chiqindilari to'g'ri yo'q qilinishini ta'minlash uchun qonunlarga rioya qilishlari kerak [17], [2].

Xulosa

FES tizimini milliy tarmoqlarga integratsiya qilish elektr uzatish va tarqatish liniyalarining yo'qotishlarini kamaytirishi, tarmoqning chidamliligini oshirishi, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishi va yangi kommunal ishlab chiqarish quvvatlariga sarmoya kiritish talablarini kamaytirishi mumkin. Ushbu maqolaning maqsadi keng ko'lamliligi quyosh energiyasini ishlab chiqarish va an'anaviy yoqilg'i elektr stansiyalari ustunlik qiladigan tarmoqqa integratsiyalashuviga oid hozirgi va kelajakdagi munozaralarni ko'rib chiqish edi. Tadqiqotlarning aksariyati integratsiya bo'yicha ijobiy natijalarni ko'rsatdi. Ushbu integratsiyaning tizim barqarorligi va xavfsizligiga ta'siri, shuning uchun zavodni o'rnatishdan oldin ham diqqat bilan ko'rib chiqilishi kerak. FESni o'rnatishdan oldin ilg'or integratsiya texnologiyalaridan foydalanishni hisobga olish kerak, bu ishlab chiqarish va tarqatish kompaniyasiga FES integratsiyasi va ishlab chiqarishning tizim barqarorligiga mumkin bo'lgan ta'sirini oldindan bilishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. Akubude, K.N. Nwaigwe, E. Dintwa Production of biodiesel from microalgae via nanocatalyzed transesterification process: a review Mater. Sci. Energy Technol., 2 (2019), pp. 216-225
2. Ashden. Solar for the grid. Retrieved March 18, 2018, from <https://www.ashden.org/sustainable-energy/ashden-guides/> 2016.
3. B. Belcher, B.J. Petry, T. Davis, K. Hatipoglu The effects of major solar integration on a 21-Bus system: technology review and PSAT simulations Conf. Proc. - IEEE SOUTHEASTCON (2017), 10.1109/SECON.2017.7925361
4. W.T. Chong, M.S. Naghavi, S.C. Poh, T.M.I. Mahlia, K.C. Pan Techno-economic analysis of a wind-solar hybrid renewable energy system with rainwater collection feature for urban high-rise application Applied Energy, 88 (11) (2011), pp. 4067-4077
5. D. Green. Solar Energy facts – Concentrated Solar Power (CSP) Vs Photovoltaic panels (PV). Retrieved from www.renewablegreenenergypower.com/, 2012.



6. A. Hoke, A. Nelson, B. Miller, F. Bell, M. Mccarty, A. Hoke et al. Experimental Evaluation of PV Inverter Anti-Islanding with Grid Support Functions in Multi-Inverter Island Scenarios (July), 69 (2016).
7. IEC MSB Grid integration of large-capacity renewable energy sources and use of large-capacity electrical energy storage Iec, 3 (2012), p. 102, 10.1002/yd.282
8. E. Kang, S. Seow. Intelligent Microgrid for Renewable Energy Technologies Test- Bedding (n.d.).
9. J. Katz. Grid-Integrated Distributed Solar: Addressing Challenges for Operations and Planning, Greening the Grid (Fact Sheet) (n.d.).
10. R. Kempener, P. Komor, A. Hoke Smart grids and renewables—a guide for effective deployment Int. Renew. Energy Agency, November (2013), p. 47
11. E. Mulenga. Impacts of integrating solar PV power to an existing grid Case Studies of Mölndal and Orust energy distribution (10/0.4 kV and 130/10 kV) grids, 1–142. Retrieved from <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/218826> 2015.
12. NREL. Renewable Electricity-to-Grid Integration. Retrieved from <https://www.nrel.gov/> 2011.
13. A. Orioli, A.D. Gangi Load mismatch of grid-connected photovoltaic systems: Review of the effects and analysis in an urban context Renewable and Sustainable Energy Reviews, 21 (C) (2013), pp. 13-28
14. B. Parida, S. Iniyan, R. Goic A review of solar photovoltaic technologies Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (3) (2011), pp. 1625-1636
15. I. Renewable, E. Agency. Renewable capacity statistics 2017 statistiques de capacité renouvelable 2017 estadísticas de capacidad (2017).
16. E.M.A.A. Report. About the Energy Market Authority (Ema) (2011).
17. Scientists,U. of C. How Solar Pannel Works. Retrieved from <https://www.ucsusa.org/clean-energy/renewable-energy/how-solar-panelswork> 2015.
18. SMA. PV Grid Integration - Backgrounds, requirements, and SMA solutions. Technology Compedium 3.4, (May) (2012).
19. J. Sterling, J. McLaren, K. Cory. Treatment of Solar Generation in Electric Utility Resource Planning Treatment of Solar Generation in Electric Utility Resource Planning, (October) (2013).
20. D. Ton, G.H. Peek, C. Hanley, J. Boyes Solar Energy Grid Integration Systems – Energy Storage (SEGIS-ES), Sandia National Laboratories (2008), pp. 4-19
21. M. Volkmar, (SMA S.T.A.). High Penetration PV: Experiences in Germany and technical solutions, in: IEA PVPS Task 14, 6th Experts Meeting and High Peneration PV Workshop. Retrieved from http://iea-pvps.org/index.php?id=153&eID=dam_frontend_push&docID=1492 , 2013.
22. WEC. Energy Resources. Retrieved from <https://www.worldenergy.org/data/resources/> 2018.
23. Wenham, Green, C. Green Applied Photovoltaics Science Publisher, UK and USA (2012)
24. A. Zahedi A review of drivers, benefits, and challenges in integrating renewable energy sources into electricity grid Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (9) (2011).