ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

REAL ELEKTR TARMOG‘IDA QUYOSH FOTOELEKTRIK TIZIMLARINI OPTIMAL INTEGRATSIYALASH MASALALARI

Xidirov Mirabbos Mirzayor o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, katta o‘qituvchi

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr taqsimlash tarmoqlariga quyosh fotoelektrik tizimlarini (PV) samarali integratsiyalash va optimal joylashtirish masalalari tadqiq qilingan. Tadqiqot davomida PV tizimlarining elektr tarmog‘iga ta’siri, jumladan kuchlanish profilining o‘zgarishi, energiya yo‘qotishlari va teskari quvvat oqimi holatlari tahlil qilingan. Maqolada PV tizimlarini optimal joylashtirish va quvvatini tanlash orqali elektr tarmog‘i samaradorligini oshirish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish hamda kuchlanish barqarorligini yaxshilash masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, optimallashtirish jarayonida elektr tarmog‘ining texnik cheklovlari va ekspluatatsion talablariga alohida e’tibor qaratilgan.

Kalit so‘zlar: quyosh fotoelektrik tizimi, taqsimlash tarmog‘i, optimal joylashtirish, elektr energiyasi yo‘qotishlari, kuchlanish profili, teskari quvvat oqimi, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, elektr tarmog‘i samaradorligi, kuchlanish barqarorligi, PV integratsiyasi.

Abstract. This paper investigates the issues of efficient integration and optimal placement of solar photovoltaic (PV) systems in electrical distribution networks. The study analyzes the impact of PV systems on the power network, including voltage profile variations, power losses, and reverse power flow conditions. Particular attention is given to improving network performance, reducing energy losses, and enhancing voltage stability through the optimal allocation and sizing of photovoltaic systems. Furthermore, technical constraints and operational requirements of distribution networks are considered during the optimization process.

Keywords: solar photovoltaic system, distribution network, optimal placement, power losses, voltage profile, reverse power flow, renewable energy sources, power system efficiency, voltage stability, PV integration.

Аннотация. В данной статье исследованы вопросы эффективной интеграции и оптимального размещения солнечных фотоэлектрических систем (PV) в распределительных электрических сетях. В ходе исследования проанализировано влияние фотоэлектрических систем на электрическую сеть, включая изменение профиля напряжения, потери электроэнергии и возникновение обратных потоков мощности. Рассмотрены вопросы повышения эффективности работы электрической сети, снижения потерь электроэнергии и улучшения стабильности напряжения за счёт оптимального размещения и выбора мощности

ISSN 3030-3907

фотоэлектрических систем. Особое внимание уделено техническим ограничениям и эксплуатационным требованиям распределительных сетей при выполнении процесса оптимизации.

Ключевые слова: солнечная фотоэлектрическая система, распределительная электрическая сеть, оптимальное размещение, потери электроэнергии, профиль напряжения, обратный поток мощности, возобновляемые источники энергии, эффективность электрической сети, стабильность напряжения, интеграция PV-систем.

KIRISH.

So‘nggi yillarda quyosh fotoelektrik (PV) tizimlaridan foydalanish iqtisodiy afzalliklari sababli sezilarli darajada oshdi. Biroq, PV generatsiyaning o‘zgaruvchanligi elektr taqsimlash tarmoqlarida ortiqcha kuchlanish, energiya yo‘qotishlari va kuchlanish tebranishlari kabi muammolarni yuzaga keltirishi mumkin. Shu sababli, elektr tarmoqlari samaradorligini oshirish, kuchlanish barqarorligini ta’minlash va yo‘qotishlarni kamaytirish uchun PV tizimlarini optimal joylashtirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [1]–[4].

PV taqsimlangan generatsiyasini (PVDG) optimal joylashtirish va quvvatini aniqlash bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlarda energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va kuchlanish profilini yaxshilash asosiy maqsad hisoblanadi. Buning uchun analitik usullar, metaevristik algoritmlar va optimallashtirish metodlari qo‘llanilgan. Tadqiqotlar natijasida PV tizimlarini optimal joylashtirish elektr tarmoqlari samaradorligini oshirishi, kuchlanish barqarorligini yaxshilashi hamda quvvat yo‘qotishlarini kamaytirishi aniqlangan [5]–[12].

Ushbu tadqiqotda PV taqsimlangan generatsiyasini optimal joylashtirish orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish, yuklama uzatish qobiliyati va kuchlanish profilini yaxshilash masalalari ko‘rib chiqilgan. Maqolada real taqsimlash tarmog‘i uchun simulyatsion model yaratilgan hamda PV tizimlarining optimal joylashuvi va quvvati optimallashtirish usullari yordamida aniqlangan. Tadqiqotda kuchlanish, AC quvvat oqimi va teskari quvvat oqimi cheklovlari hisobga olingan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Gipotetik elektr taqsimlash modeli Virjiniya shtatidagi mahalliy elektr ta’minoti tarmog‘i asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, yozgi maksimal yuklama 23 260 kVt ni tashkil etadi va 1902 ta iste’molchiga xizmat ko‘rsatadi. Iste’molchilar tarkibi 1429 ta turar joy, 397 ta kichik tijorat hamda 76 ta yirik tijorat/sanoat obyektlaridan iborat. Tarmoqning kuchlanish darajasi 12,5 kV ni tashkil qiladi. Xavfsizlik sabablariga ko‘ra, mahalliy elektr kompaniyasi tarmoq tuzilishi va loyihasi bo‘yicha aniq ma’lumotlarni taqdim eta olmagan.

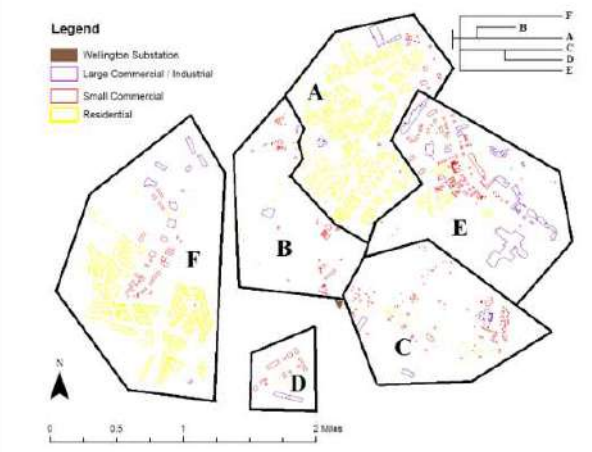
ISSN 3030-3907

Shu sababli tizim mavjud ma’lumotlar, GIS qatlamlari va Open Energy Information (OpenEI) ma’lumotlari asosida modellashtirilgan. Elektr tarmog‘ini modellashtirish uchun tadqiqot hududi xarita va elektr liniyalari asosida oltita kichik hududga bo‘lingan. So‘ngra Google xaritalari yordamida aniqlangan asosiy taqsimlash feederlari va tarmoqlari ushbu hududlarni ta’minlaydi deb qabul qilingan. Har bir hududdagi bino turlari soni GIS ma’lumotlari asosida aniqlangan (1-rasm).

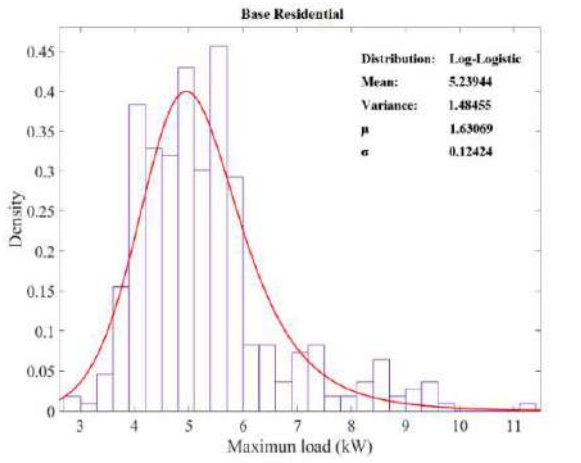
A. Yuklama tugunlari va yuklama profillari

Tadqiqot hududidagi binolar geografik joylashuviga ko‘ra guruhlanib, har bir guruh alohida yuklama tuguni (bus) sifatida qaraladi. Har bir tugunning yuklama profili unga ulangan barcha binolarning soatlik yuklamalarini yig‘ish orqali aniqlanadi. Tugun turlari esa ulangan bino turlariga qarab belgilanadi.

OpenEI ma’lumotlar bazasi yil davomida turli bino turlari (turar joy, ofis, restoran, mehmonxona va boshqalar) uchun soatlik yuklama profillarini taqdim etadi. Har bir yuklama turi uchun maksimal yuklama statistik tahlil asosida aniqlanadi. Maksimal yuklamaning ehtimollik taqsimoti empirik PDF orqali ifodalanib, u Log-Logistic taqsimoti bilan yaqinlashtirilgan.



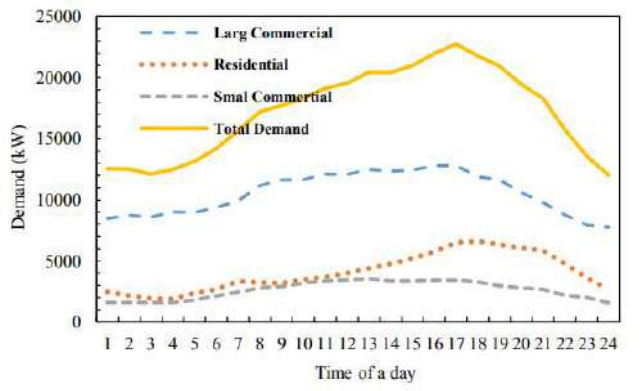
1-rasm. Tadqiqot hududining asosiy xaritasi va kichik hududlari.



2-rasm. Turar joy yuklamasining empirik PDF va mos taqsimoti.

Mahalliy elektr ta’minoti tomonidan berilgan real maksimal yuklama va tugun yuklama profillarini masshtablash orqali barcha toifalar uchun yig‘ma yuklama profillari 3-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Barcha toifalar bo‘yicha yig‘ma yuklama profillari.

B. Quyosh radiatsiyasi salohiyati

Quyosh nurlanishi USGS “The National Map” LiDAR balandlik ma’lumotlari asosida aniqlangan. Dastlab ma’lumotlar ArcGIS dasturida raster ko‘rinishga o‘tkazilib, “Area Solar Radiation” vositasi yordamida quyosh nurlanishi xaritasi (solar insolation raster) hosil qilingan. Bu usul daraxtlar va boshqa to‘siqlar soyalanishini ham hisobga oladi. Nishabli tomli binolarda esa janubga qaragan yuzalar ko‘proq quyosh nurlanishini olishi inobatga olinadi. Yakunda raster ma’lumotlar nuqtaviy formatga o‘tkazilib, hudud bo‘yicha yillik o‘rtacha quyosh radiatsiyasi aniqlanadi.

Quyosh nurlanishini tahlil qilish

Har bir bino uchun o‘rtacha quyosh nurlanishini hisoblash mumkin bo‘lsa-da, bu PV tizimning real salohiyatini to‘liq aks ettirmaydi. Chunki amalda PV panellar faqat eng qulay va ko‘proq nurlanish tushadigan joylarga o‘rnatiladi. Shu sababli, 4.6 kWh/m²/kun dan yuqori nurlanish qiymatlari ajratib olinib, yuqori insolyatsiyaga ega nuqtalar tahlil qilingan. Keyin har bir bino yuzasidagi yuqori insolyatsiya nuqtalarining ulushi hisoblanib, binolar uch toifaga (past, o‘rta va yuqori) ajratilgan. Bu yondashuv natijasida soyalanishi kam va janubga yo‘naltirilgan tomlarga ega binolar yuqori insolyatsiyali sifatida ko‘proq ajralib chiqadi.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Quyosh nurlanishi salohiyati



5-rasm. Past, o‘rta va yuqori insolyatsiyali binolarning taqsimlanishi.

Tadqiqotning yakuniy bosqichida hududda o‘rnatilishi mumkin bo‘lgan taqsimlangan PV tizimlarining umumiy quvvati va elektr energiyasi ishlab chiqarish salohiyati aniqlangan. PV tizimlari faqat “yuqori insolyatsiya” toifasiga kiruvchi binolarga o‘rnatilishi qabul qilingan. Natijada PV o‘rnatish uchun mos binolar ulushi turar joy binolarining 36%, kichik tijorat binolarining 30% va yirik tijorat/sanoat binolarining 34% ni tashkil etgan. Umumiy hisob-kitoblarga ko‘ra, o‘rnatilishi mumkin bo‘lgan PV quvvati 24 830 kW bo‘lib, bu podstansiya hududining maksimal yuklamasining 107% ga teng. Yillik elektr energiya ishlab chiqarish esa 32 310 MWh ni tashkil etib, hududning umumiy yillik energiya talabining 28% ini qoplaydi. Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, tarmoqka ta’sirlar to‘g‘ri boshqarilsa, hudud elektr energiyasining sezilarli qismi mahalliy quyosh energiyasi orqali qoplanishi mumkin. Yuqori insolyatsiyaga ega binolar asosida PV o‘rnatish uchun mos tugunlar aniqlangan.

1-jadval.

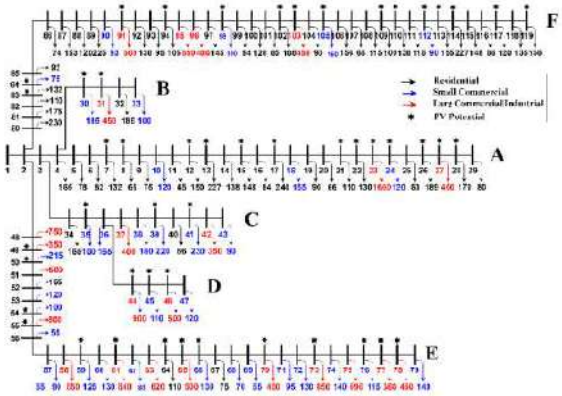
Barcha toifalar uchun binolarning nurlanish bilan qoplanish foizi

Bino turi	4.6 kWh/m²/kun dan yuqori nurlanish bilan qoplanish foizi		
	Past	O‘rta	Yuqori
Turar joy	0–15%	16 – 33%	34% va undan yuqori
Kichik tijorat	0–15%	16 – 33%	34% va undan yuqori
Katta tijorat / sanoat	0–25%	26 – 40%	41% va undan yuqori

ISSN 3030-3907

C. Elektrik parametrlar

Har bir tugun uchun reaktiv quvvat profili substansiya bo‘yicha olingan soatlik ma’lumotlar asosida quvvat koeffitsiyentining statistik tahlili orqali aniqlangan. Natijada, yig‘ma yuklamalar uchun quvvat koeffitsiyenti normal taqsimotga ega bo‘lib, $\mu = 0.8233$ va $\sigma = 0.0193$ ekanligi aniqlangan. So‘ngra har bir yuklama uchun aktiv quvvat asosida, normal taqsimotdan tasodifiy tanlangan quvvat koeffitsiyentlari yordamida reaktiv quvvat profili hisoblangan. Elektr tarmog‘i uchun liniya parametrlar tugunlar orasidagi masofa va o‘tkazgichlarning elektr xususiyatlariga asoslanib aniqlangan. Elektr tarmog‘ining sxematik ko‘rinishi 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. Elektr taqsimlash tarmog‘ining sxematik diagrammasi.

Taklif etilgan usulning asosiy maqsadi — PV tizimlarining optimal joylashuvi va quvvatini aniqlash bo‘lib, bunda ko‘p maqsadli funksiya sifatida quvvat yo‘qotishlari va kuchlanish og‘ishlarini minimallashtirish ko‘zda tutiladi. Ushbu jarayon taqsimlangan PV tizimlariga qo‘yilgan cheklovlar hamda tarmoqning ekspluatatsion cheklovlari, jumladan teskari quvvat oqimining oldini olish shartlari bilan birga amalga oshiriladi. PV ulanish darajasi (penetration ratio) substansiyaning maksimal yuklamasiga nisbatan aniqlanadi.

$$\alpha(\%) = \frac{\sum_{i=1}^{N} P_{PV,i}}{\max\left(\sum_{j=1}^{M} P_{Load,j}\right)} \times 100$$

bu yerda P_{PV} va P_{Load} mos ravishda PV panellarining chiqish quvvati (kW) va elektr yuklama talabini (kW) bildiradi. Ushbu ishda ulanish darajalari 5%, 10%, 20% va 50% deb qabul qilingan.

Radial taqsimlash tizimidagi umumiy real energiya yo‘qotish quyidagicha hisoblanadi:

$$E_{loss} = \sum_{t=1}^{24} \sum_{L=1}^{L} |i_L^t|^2 R_L$$

bu yerda i_L^t — t vaqtda L liniyadan o‘tuvchi tok, R_L — esa liniya qarshiligi.

ISSN 3030-3907

Kuchlanish profilini yaxshilash ifodasi:

$$v_D = \sum_{t=1}^{24} \sum_{n=1}^{n} (v_n^t - 1)^2$$

Ko‘p maqsadli funksiya quyidagicha ifodalanadi: funksiyaning minimal qiymati PV-DG tizimlarining eng yaxshi joylashuvi va quvvatini bildiradi. Bu esa elektr tarmog‘idagi quvvat yo‘qotishlarini kamaytirish hamda yuklama uzatish qobiliyati va kuchlanish profilini yaxshilashga xizmat qiladi.

$$\min_{\mathcal{L}_{PV}, P_{PV}^{max}} f = E_{loss} + \omega * v_D$$

Subject to:

$$f(P_L, P_{PV}, v|Y_{bus}) = 0$$
$$i = h(v|Y_{bus})$$
$$P_{PV}(t) = g(P_{PV}^{max}, I(t))$$
$$0 \le P_i^{max} \le \widehat{P_{PV,i}^{max}}$$
$$1^T P_{PV}^{max} \le \alpha . P_{sub}^{max}$$
$$i_{ij}^t \ge 0 \quad \forall i < j$$

Harorat ta’siri hisobga olingan holda, PV panellari tomonidan ishlab chiqariladigan chiqish quvvati (kW) [15]-manbadagi model asosida aniqlanadi. Shuni ta’kidlash kerakki, ushbu tadqiqotda PV panellarining chiqish quvvatini hisoblashda to‘g‘ridan-to‘g‘ri (direct) va diffuz (diffuse) quyosh nurlanishi ma’lumotlari ham hisobga olingan.

NATIJALAR TAHLILI VA MUHOKAMASI. PV ulanishining turli darajalari asosida to‘rtta senariy ko‘rib chiqilgan. Ushbu senariylar PV tizimlarining kuchlanish va tok profillariga, tarmoqdagi quvvat yo‘qotishlariga hamda teskari quvvat oqimiga ta’sirini o‘rganishga qaratilgan. Optimal PV-DG joylashuvi va quvvatini aniqlash uchun maqsad funksiyalar Improved Particle Swarm Optimization (IPSO) algoritmi yordamida yechilgan [15].

Simulyatsiyalar 24-iyun kuni, maksimal yuklama vaqti asosida bajarilgan. Tizimning umumiy energiya iste’moli 421.22 MWh, yo‘qotishlari esa 26.99 MWh (6.40%) ni tashkil etgan. Kuchlanish og‘ishi 1.8315 p.u. ga teng bo‘lgan. To‘rtta maqsad funksiyasi tahlil qilingan: yo‘qotishlarni kamaytirish, kuchlanishni yaxshilash va teskari quvvat oqimini cheklash. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, PV tizimlari yo‘qotishlarni kamaytiradi, biroq kuchlanish har doim ham yaxshilanmaydi va optimal natija 20% penetratsiya darajasida kuzatilgan. Kuchlanish cheklovi barcha PV ssenariylarida hisobga olingani uchun kuchlanish buzilishi kuzatilmagan. 7-rasmda turli PV ulanish darajalari uchun kuchlanish profillari keltirilgan.

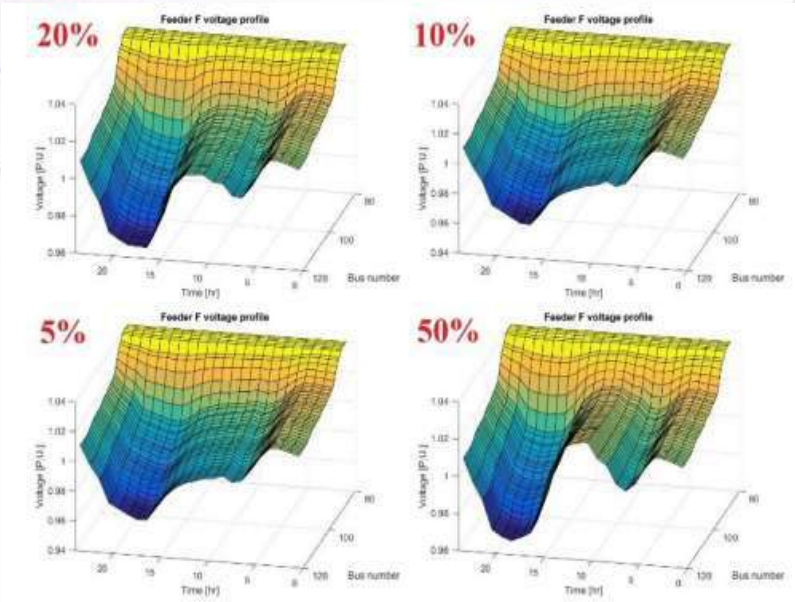
ISSN 3030-3907

2-jadval.

Barcha ssenariylar uchun umumiy energiya yo‘qotishlari va kuchlanish og‘ishi

α	Maqsad funksiyasi	Energiya isrofi		Kuchlanish og‘ishi		Tasodifiy joylashtirish
		kWh	Farq (%)	v_D	Farq (%)	
5%	I	26,081	3,39	1,7372	5,15	Energiya isrofi 26,358
	II	26,067	3,44	1,7375	5,13	
	III	25,996	3,70	1,7325	5,41	v_D 1,7688
	IV	26,083	3,38	1,7250	5,81	
10%	I	25,837	4,29	1,6759	8,50	Energiya isrofi 25,914
	II	25,216	6,59	1,6701	8,81	
	III	25,233	6,53	1,6711	8,76	v_D 1,6927
	IV	25,289	6,32	1,6628	9,21	
20%	I	24,092	10,76	1,6102	12,08	Energiya isrofi 25,187
	II	24,167	10,48	1,6192	11,59	
	III	23,798	11,85	1,5858	13,42	v_D 1,6494
	IV	24,001	11,09	1,5848	13,47	
50%	I	22,998	14,81	1,6295	11,03	Energiya isrofi 23,338
	II	22,268	17,51	1,6218	11,45	
	III	22,131	18,02	1,6228	11,40	v_D 1,6306
	IV	22,428	16,92	1,6206	11,52	

ISSN 3030-3907



7-rasm. F feederning barcha ssenariylar bo‘yicha kuchlanish profili.

XULOSA. Ushbu maqolada PVDG tizimlarini optimal joylashtirish orqali kuchlanish profilini yaxshilash va energiya yo‘qotishlarini kamaytirish masalalari ko‘rib chiqildi. Optimallashtirish alohida va ko‘p maqsadli yondashuvlar asosida amalga oshirildi. Tadqiqotda yuklama profillari, GIS ma’lumotlari va quyosh nurlanishi asosida taqsimlash tarmog‘i modeli ishlab chiqilib, PV tizimlarining optimal joylashuvi va quvvati aniqlandi. Natijalar turli penetratsiya darajalarida samarali yechimlarni ko‘rsatdi. Kelgusida iqtisodiy va yillik tahlillarni qo‘shish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M. M. Haque and P. Wolfs, “A review of high PV penetrations in LV distribution networks: Present status, impacts and mitigation measures,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 62, pp. 1195–1208, 2016.
2. M. J. E. Alam, K. M. Muttaqi, and D. Sutanto, “A comprehensive assessment tool for solar PV impacts on low voltage three phase distribution networks,” 2012 2nd Int. Conf. Dev. Renew. Energy Technol., pp. 1–5, 2012.
3. G. Guerra, J. a Martinez, and S. Member, “A Monte Carlo Method for Optimum Placement of Photovoltaic Generation Using a Multicore Computing Environment,” PES Gen. Meet. Conf. Expo. 2014 IEEE. IEEE, pp. 1–5, 2014.
4. T. Tayjasanant and V. Hengsritawat, “Comparative evaluation of DG and PV-DG capacity allocation in a distribution system,” Proc. Int. Conf. Harmon. Qual. Power, ICHQP, pp. 293–298, 2012.
5. C. Wang and M. H. Nehrir, “Analytical Approaches for Optimal Placement of Distributed Generation Sources in Power Systems,” IEEE Trans. Power Syst., vol. 19, no. 4, pp. 2068–2076, Nov.2004.

ISSN 3030-3907

6. A. Mohamed Imran and M. Kowsalya, “A new power system reconfiguration scheme for power loss minimization and voltage profile enhancement using Fireworks Algorithm,” Int. J. Electr. Power Energy Syst., vol. 62, pp. 312–322, 2014.
7. S. Ghosh, S. P. Ghoshal, and S. Ghosh, “Optimal sizing and placement of distributed generation in a network system,” Int. J. Electr. Power Energy Syst., vol. 32, no. 8, pp. 849–856, 2010.
8. A. Medina, J. C. Hernández, and F. Jurado, “Optimal placement and sizing procedure for PV systems on radial distribution systems,” 2006 Int. Conf. Power Syst. Technol. POWERCON2006, 2007.
9. M. Dixit, P. Kundu, and H. R. Jariwala, “Optimal Placement of PV Array in Distribution System for Power Loss Minimization Considering Feeder Reconfiguration,” 2016.
10. Y. Chen, M. Strothers, and A. Benigni, “A Stochastic Approach to Optimum Placement of Photovoltaic Generation in Distribution Feeder,” 2016.
11. A. Nguyen et al., “High PV penetration impacts on five local distribution networks using high resolution solar resource assessment with sky imager and quasi-steady state distribution system simulations,” Sol. Energy, vol. 132, pp. 221–235, 2016.
12. D. Q. Hung and N. Mithulananthan, “Loss reduction and loadability enhancement with DG: A dual-index analytical approach,” Appl. Energy, vol. 115, pp. 233–241, 2014.
13. “Index of /datasets/files/961/pub.” [Online]. Available: http://en.openei.org/datasets/files/961/pub/.
14. S. Kucuksari et al., “An Integrated GIS, optimization and simulation framework for optimal PV size and location in campus area environments,” Appl. Energy, vol. 113, pp. 1601–1613, 2014.
15. M. H. Athari and M. M. Ardehali, “Operational performance of energy storage as function of electricity prices for on-grid hybrid renewable energy system by optimized fuzzy logic controller,” Renew. Energy, vol. 85, pp. 890–902, 2016.

ISSN 3030-3907