ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 7

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA INTEGRATSIYASI SHAROITIDA ELEKTROMOBILLARNI ZARYADLASH INFRATUZILMASINING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI VA AQLLI JOYLASHTIRISH MODELLARI

Qodirov Dilshod Botirovich,
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti Energetika fakulteti dekani, texnika fanlari doktori, professor.
E-mail: *kodirov.dilshod@gmail.com*
Tel: +99897-342-77-14.
Qobilov Raximjon Komiljon o'g'li,
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti doktaranti,
E-mail: *rahimjonqobilov@gmail.com*
Tel: +99833-745-70-71.
Davirov Alisher Quvondiq o'g'li
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti PhD katta o'qituvchi
E-mail: *sheralisher9171@gmail.com*
Tel: +99890-002-91-71.
Zokirov Islomjon Baxtiyor o'g'li
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti magistranti
E-mail: *islomjonzokirov10@gmail.com*
Tel: +99893-948-64-55.

Annotatsiya. Global dekarbonizatsiya jarayonlari natijasida elektromobillar ulushining jadal o'sishi zaryadlash infratuzilmasini samarali rivojlantirishni muhim vazifaga aylantirmoqda. Ushbu tadqiqotda qayta tiklanuvchi energiya manbalari integratsiyasi sharoitida elektromobillarni zaryadlash infratuzilmasining rivojlanish tendensiyalari hamda stansiyalarni aqlli joylashtirish modellari tahlil qilinadi. AC va DC turdagi zaryadlash texnologiyalari, yuqori quvvatli tezkor zaryadlash, aqlli zaryadlash (smart charging), yuklamani boshqarish va Vehicle-to-Grid (V2G) texnologiyalarining elektr tarmog'i barqarorligiga ta'siri baholanadi. Shuningdek, qayta tiklanuvchi energiya asosida ishlovchi zaryadlash stansiyalarini optimal joylashtirish uchun zamonaviy modellashtirish va optimallashtirish yondashuvlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari O'zbekiston sharoitida infratuzilmaning hududiy notekisligi, normativ-huquqiy bazaning yetarli darajada rivojlanmaganligi hamda investitsion mexanizmlarning cheklanganligini asosiy muammolar sifatida ko'rsatadi. Mazkur ish elektromobillarni zaryadlash infratuzilmasini barqaror rivojlantirish va aqlli rejalashtirish bo'yicha samarali strategiyalarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: Elektromobil infratuzilmasi, zaryadlash stansiyalari, tezkor DC zaryadlash, aqlli energiya boshqaruvi, Vehicle-to-Grid (V2G), standartlashtirish, texnologik innovatsiyalar, dekarbonizatsiya.

Аннотация. Стремительный рост доли электромобилей (EV), обусловленный глобальными процессами декарбонизации, делает развитие эффективной зарядной инфраструктуры одной из приоритетных задач. В данной работе рассматриваются тенденции развития инфраструктуры зарядки электромобилей в условиях интеграции возобновляемых источников энергии, а также анализируются модели интеллектуального размещения зарядных станций. Особое внимание уделяется технологическим аспектам, включая AC и DC типы зарядных систем, высокомощные станции быстрой зарядки, интеллектуальную зарядку (smart charging), управление нагрузкой и технологии Vehicle-to-Grid (V2G), с точки зрения их влияния на устойчивость электроэнергетической системы. Также рассматриваются современные методы моделирования и оптимизации для эффективного размещения зарядных станций на основе возобновляемых источников энергии. Результаты исследования выявляют ключевые проблемы в условиях Узбекистана, включая территориальную неравномерность инфраструктуры, недостаточную развитость нормативно-правовой базы и ограниченность инвестиционных механизмов. Работа направлена на разработку устойчивых и интеллектуальных стратегий планирования и развития зарядной инфраструктуры электромобилей.

Ключевые слова: Инфраструктура электромобилей, зарядные станции, быстрая зарядка постоянным током (DC), интеллектуальное управление энергией, Vehicle-to-Grid (V2G), стандартизация, технологические инновации, декарбонизация.

Abstract. The rapid growth of electric vehicles (EVs) driven by global decarbonization efforts has made the development of efficient charging infrastructure a critical priority. This study examines the development trends of EV charging infrastructure under renewable energy integration and explores intelligent placement models for charging stations. Key technological aspects, including AC and DC charging systems, high-power fast charging, smart charging strategies, load management, and Vehicle-to-Grid (V2G) technologies, are analyzed in terms of their impact on grid stability and energy efficiency. The research also investigates modern optimization and modeling approaches for the strategic deployment of charging stations powered by renewable energy sources. International best practices are reviewed to highlight effective planning, standardization, and integration mechanisms within energy systems. The findings identify major

ISSN 3030-3907

challenges in the context of Uzbekistan, including uneven spatial distribution of infrastructure, insufficient regulatory frameworks, and limited investment mechanisms. The study contributes to the development of data-driven and sustainable strategies for the intelligent planning and deployment of EV charging stations, supporting the transition toward cleaner and more resilient energy and transport systems.

Keywords: Electric vehicle infrastructure, charging stations, fast DC charging, smart energy management, Vehicle-to-Grid (V2G), standardization, technological innovations, decarbonization.

KIRISH.

So‘nggi o‘n yillikda global transport tizimi jadal sur’atlarda elektrifikatsiyalash jarayoniga o‘tmoqda. Iqlim o‘zgarishi, atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalarning kamaytirilishi, energiya samaradorligini oshirish va jahon bozorida neft narxlarining o‘zgaruvchanligi kabi omillar elektromobillarning (EV) keng tarqalishiga turtki bermoqda [2]. Xalqaro energetika agentligi (IEA) ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo bo‘yicha elektromobillar soni yil sayin keskin ortib bormoqda, bu esa o‘z navbatida zaryadlash infratuzilmasini rivojlantirishga bo‘lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda [7]. Zamonaviy transport tizimining barqarorligini ta’minlashda aynan zaryadlash stansiyalari asosiy infratuzilmaviy bo‘g‘in sifatida hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi [9]. Elektromobil infratuzilmasining shakllanishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, unda texnologik innovatsiyalar, energiya ta’minoti tizimlari, iqtisodiy mexanizmlar, boshqaruv yondashuvlari va davlat siyosati bir-biri bilan chambarchas bog‘langan [14]. Tezkor (DC) va o‘rta quvvatli (AC) zaryadlash texnologiyalarining global miqyosda keng joriy etilishi, “aqlli zaryadlash” (smart charging), qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiya hamda “Vehicle-to-Grid (V2G)” texnologiyalarining rivojlanishi ushbu infratuzilmaning yangi bosqichga o‘tayotganini ko‘rsatmoqda [6,10]. Energiya tizimlarining yuklama boshqaruvi, zaryadlash tarmoqlarining raqamlashtirilishi, standartlashuvning takomillashuvi va operatorlar o‘rtasidagi muvofiqlik darajasi bu jarayonning muvaffaqiyatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [4], [5]. Qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslangan elektromobil zaryadlash stansiyalarining rivojlanishi, xususan quyosh va shamol energiyasi bilan integratsiyalashgan tizimlar, energiya samaradorligini oshirish va uglerod chiqindilarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda [1]. Bunday tizimlar mikrogridlar va decentralizatsiyalashgan energiya boshqaruvi konsepsiyalari bilan uzviy bog‘liq holda rivojlanmoqda [13]. O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasida ham elektromobillarga qiziqish ortib borayotgani kuzatilmoqda. Davlat siyosatida elektromobillar importiga imtiyozlarning

ISSN 3030-3907

berilishi, ichki bozorning kengayishi va xususiy sektor tomonidan zaryadlash stansiyalariga investitsiyalarning kirib kelishi bu yo‘nalishning istiqbolliligini tasdiqlaydi [8]. Shu nuqtai nazardan, elektromobillar infratuzilmasini kompleks tahlil qilish, jahon tajribasini o‘rganish, texnologik imkoniyatlarni baholash hamda O‘zbekiston sharoitida barqaror zaryadlash ekotizimini shakllantirish uchun ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish zarurati mavjud [3]. Mazkur tadqiqot aynan zaryadlash stansiyalarining rivojlanish tendensiyalari, texnologik va boshqaruv jihatlari, mavjud muammolar hamda ularni bartaraf etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqishga qaratilgan bo‘lib, elektromobil transport tizimining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi [12].

ADABIYOTLAR TAHLILI. So‘nggi yillarda elektromobillar infratuzilmasi va zaryadlash stansiyalarini rivojlantirish masalalari ko‘plab xalqaro ilmiy tadqiqotlarda keng yoritilmoqda. Xususan, AC va DC turdagi tezkor zaryadlash texnologiyalarining energiya samaradorligi hamda elektr tarmoqlariga ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar muhim natijalarni ko‘rsatgan. Ilmiy manbalarda aqlli zaryadlash (smart charging) va yuklama boshqaruvi mexanizmlarining cho‘qqi yuklamalarni kamaytirishdagi ahamiyati asoslab berilgan [11]. Shuningdek, Vehicle-to-Grid (V2G) texnologiyasining energiya tizimlari barqarorligini oshirishdagi roli alohida ta’kidlanadi. Rivojlangan davlatlar tajribasi zaryadlash infratuzilmasini standartlashtirish va hududiy rejalashtirishning strategik ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

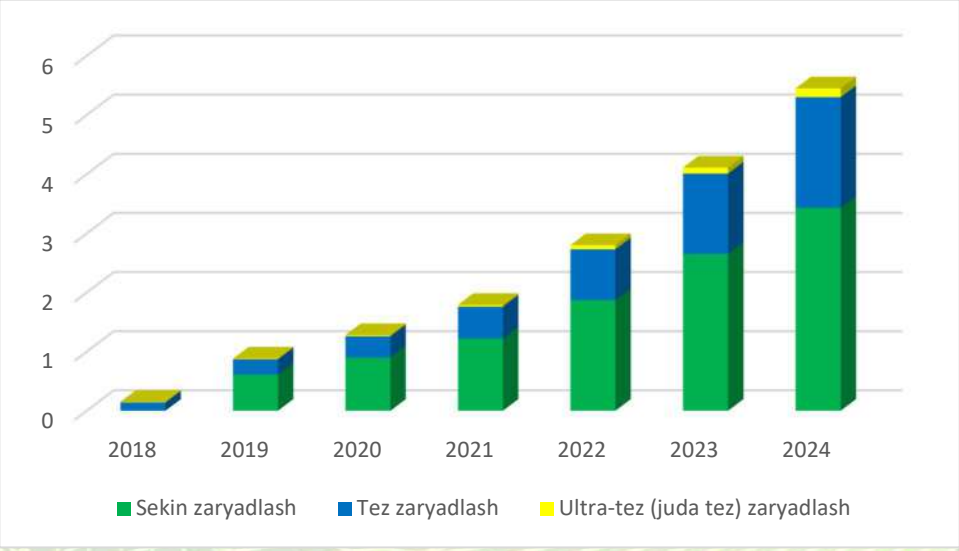
TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ushbu tadqiqotda elektromobillar zaryadlash infratuzilmasining rivojlanish tendensiyalari va mavjud muammolarini aniqlash hamda tahlil qilish maqsadida tizimli yondashuv qo‘llanildi [9]. Tadqiqot metodologiyasi sifat va miqdoriy tahlil usullarini uyg‘unlashtirgan holda olib borildi [3]. Avvalo, elektromobillar va ularning zaryadlash stansiyalariga oid ilmiy maqolalar, xalqaro hisobotlar, normativ-huquqiy hujjatlar hamda ochiq statistik ma’lumotlar o‘rganildi [2]. Ma’lumotlar asosan Scopus, Web of Science, ScienceDirect kabi xalqaro ilmiy ma’lumotlar bazalarida chop etilgan tadqiqotlardan, shuningdek Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) va boshqa nufuzli tashkilotlar hisobotlaridan olindi. Shuningdek, taqqoslash va guruhlash usullari orqali turli mamlakatlar va hududlarda zaryadlash stansiyalarining texnik, iqtisodiy va tashkiliy xususiyatlari solishtirildi [4]. Zaryadlash stansiyalarining rivojlanish tendensiyalarini aniqlashda induktiv va deduktiv tahlil usullaridan foydalanildi, mavjud muammolarni baholashda esa SWOT tahlil elementlari qo‘llanildi. Natijalarni vizuallashtirish uchun grafik va diagrammalardan foydalanildi [12].

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Dunyo bo’yicha 2024-yilda global miqyosda 1,3 milliondan ortiq yangi ommaviy zaryadlash nuqtalari ishga tushirildi,

ISSN 3030-3907

bu esa avvalgi yilga nisbatan 30% dan ortiq o‘sishni anglatadi. 2020-yildan buyon ommaviy zaryadlash infratuzilmasidagi o‘sishning taxminan uchdan ikki qismi Xitoy hissasiga to‘g‘ri keladi. Hozirda Xitoy dunyo bo‘yicha zaryadlash infratuzilmasining 65% ini, shuningdek yengil elektromobillar parkining 60% ini tashkil etadi.

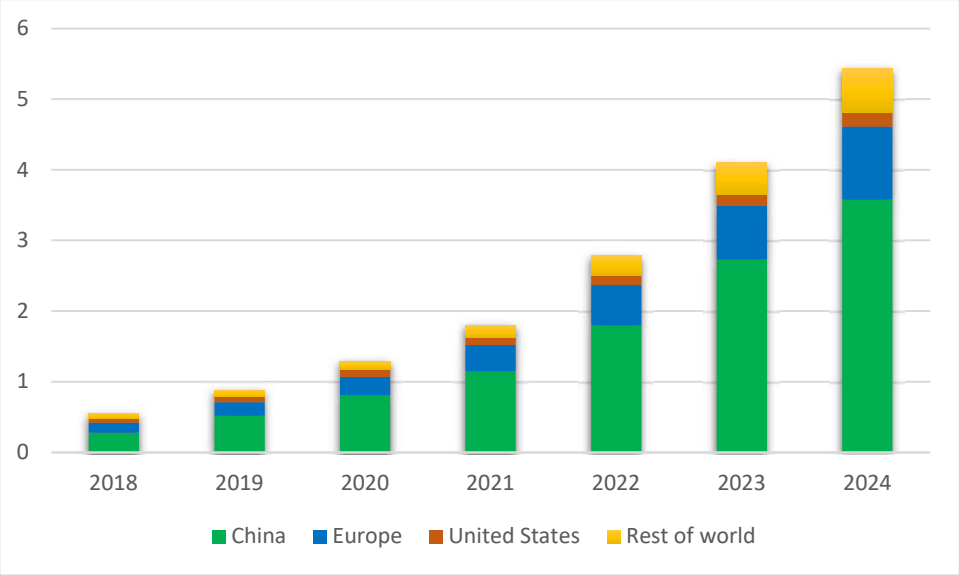
Yevropada 2024-yilda ommaviy zaryadlash nuqtalari soni 2023-yilga nisbatan 35% dan ortiq o‘sib, 1 milliondan oshdi. Yevropa Ittifoqiga a’zo 27 davlatdan 11 tasi 2024-yilda ommaviy zaryadlash nuqtalari sonini avvalgi yilga nisbatan 50% dan ortiq oshirdi. 2024-yil oxiriga kelib, Niderlandiya Yevropadagi eng yirik milliy zaryadlash tarmog‘iga ega bo‘lib, 180 mingdan ortiq ommaviy zaryadlash nuqtalarini qayd etdi. Undan keyingi o‘rinlarda Germaniya (160 ming) va Fransiya (155 ming) joylashdi. Yevropa Ittifoqi bo‘ylab ommaviy zaryadlash nuqtalarini o‘rnatish Muqobil yoqilg‘i infratuzilmasi reglamenti (AFIR) natijasida yanada jadallashishi kutilmoqda. 2026-yilga qadar TEN-T asosiy yo‘l tarmog‘i bo‘ylab har 60 km masofada kamida 150 kW quvvatga ega tezkor zaryadlash stansiyalari o‘rnatilishi shart. Har bir stansiya umumiy hisobda kamida 400 kW quvvat taqdim etishi lozim bo‘lib, bu ko‘rsatkich 2027-yil oxiriga kelib 600 kW gacha oshiriladi. AQShda 2024-yilda ommaviy zaryadlash nuqtalari soni 20% ga oshib, 200 mingga yaqin darajaga yetdi. 2021-yilda qabul qilingan Ikki partiyali infratuzilma qonuni doirasidagi Milliy elektromobil infratuzilmasi dasturi avtomobil yo‘laklari bo‘ylab tezkor zaryadlash qurilmalarini moliyalashtirish uchun 5 milliard AQSh dollari ajratdi. Biroq, 2024-yil oxiriga kelib, atigi 30 million AQSh dollari miqdoridagi mablag‘ amalda ishlayotgan zaryadlash nuqtalariga sarflandi. 2024-yilda mamlakat bo‘ylab 40 mingga yaqin yangi ommaviy zaryadlash qurilmalari o‘rnatildi.



1-rasm. Tezlik (quvvat) toifalari bo‘yicha zaryadlash punktlarining global umumiy soni

ISSN 3030-3907

Tahlil natijalariga ko‘ra, sekin zaryadlash stansiyalari infratuzilmaning asosiy qismini tashkil etib, ularning hajmi 2018-yildagi 0,40 mlndan 2024-yilda 3,43 mlngacha izchil o‘sishni namoyon etgan. Tez zaryadlash stansiyalari soni mazkur davrda 0,14 mlndan 1,87 mlngacha oshib, shaharlararo va yuqori yuklama ostidagi transport yo‘nalishlarida elektromobillardan foydalanishni qo‘llab-quvvatlashdagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Ultra-tez (juda tez) zaryadlash stansiyalari nisbatan kichik ulushga ega bo‘lsa-da, 2018–2024 yillar oralig‘ida 0,01 mlndan 0,15 mlngacha o‘sib, yuqori quvvatli zaryadlash texnologiyalarining bosqichma-bosqich joriy etilayotganini tasdiqlaydi. Ushbu tendensiyalar elektromobillarni ommaviy joriy etishda zaryadlash infratuzilmasini diversifikatsiya qilish va texnologik modernizatsiya qilish muhim ekanligini ko‘rsatadi.



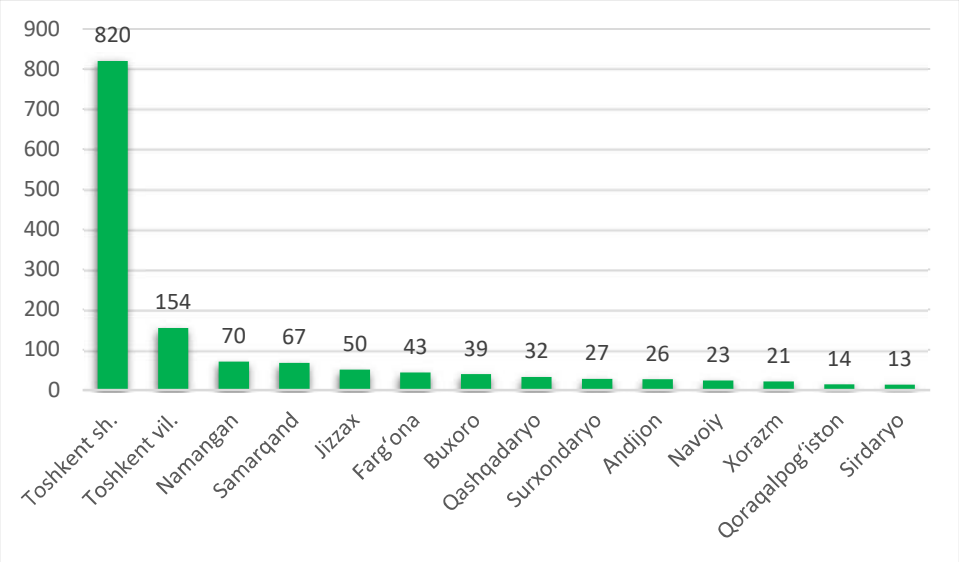
2-rasm. Mintaqalar kesimida zaryadlash punktlarining global umumiy soni

Tahlil natijalariga ko‘ra, mazkur davrda eng yuqori o‘sish Xitoy hissasiga to‘g‘ri kelib, zaryadlash nuqtalari hajmi 2018-yildagi 0,28 mlndan 2024-yilda 3,58 mlngacha yetgan. Yevropada zaryadlash infratuzilmasi barqaror rivojlanib, ko‘rsatkichlar 0,14 mlndan 1,03 mlngacha oshgan. AQShda o‘sish nisbatan sekinroq kechgan bo‘lsada, 2018–2024 yillar oralig‘ida zaryadlash nuqtalari soni 0,06 mlndan 0,20 mlngacha ko‘paygan. Dunyoning boshqa hududlarida esa mazkur ko‘rsatkich 0,07 mlndan 0,63 mlngacha ortib, elektromobillarni joriy etish geografiyasining kengayib borayotganini ko‘rsatadi. Ushbu natijalar global elektromobil bozorida zaryadlash infratuzilmasi rivojida hududiy nomutanosiblik mavjudligini, shuningdek, Xitoy va Yevropa yetakchi rol o‘ynayotganini tasdiqlaydi.

O‘zbekiston bo‘yicha elektromobil zaryadlash stansiyalari soni yil sayin ortib bormoqda. 2025-yil may holatiga ko‘ra, mamlakatda jami 1399 ta zaryadlash stansiyasi faoliyat yuritmoqda. Hududlar kesimida taqsimot notekis bo‘lib,

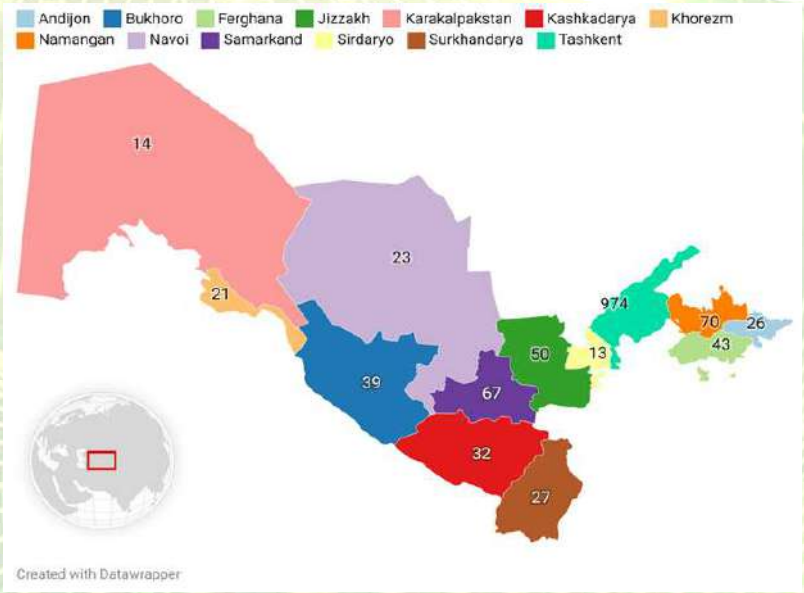
ISSN 3030-3907

markaziy va iqtisodiy jihatdan faol mintaqalarda stansiyalar soni yuqoriligi kuzatiladi.



3-rasm. O‘zbekistonda hududlar bo‘yicha zaryad stansiyalari taqsimoti

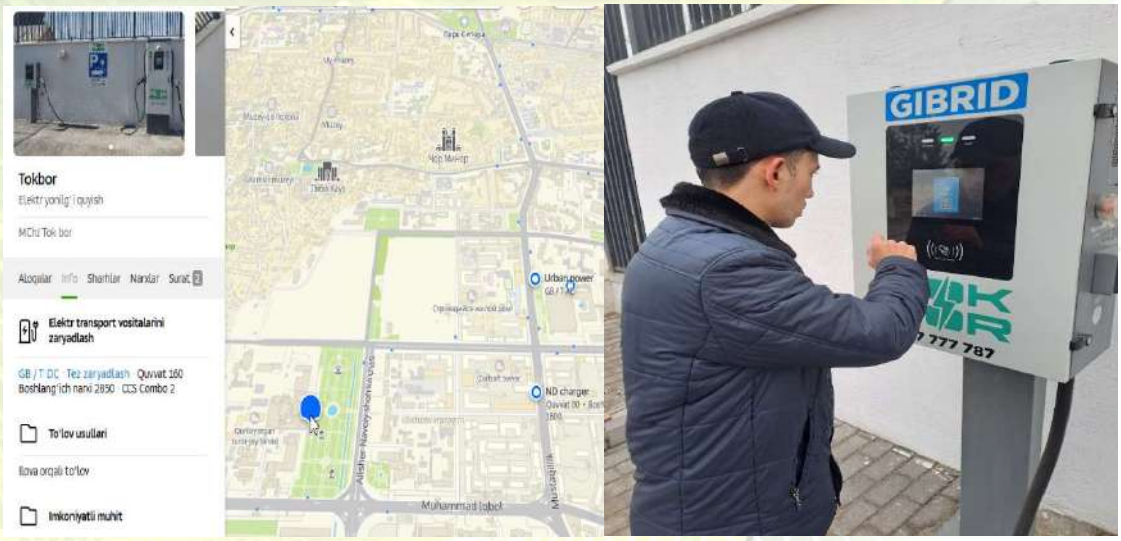
Toshkent shahri — bu yerda eng ko‘p 820 ta stansiya faoliyat ko‘rsatmoqda. Bu poytaxtda elektromobillardan foydalanish darajasi yuqori ekani, aholining to‘lov qobiliyati va infratuzilma rivojlanganligi bilan izohlanadi. **Toshkent viloyati** — 154 ta stansiya bilan keyingi o‘rinda turadi. Poytaxtga yaqinligi va tranzit yo‘llarning ko‘pligi bu hududda zaryadlash infratuzilmasini tez rivojlanishiga sabab bo‘lmoqda. **Namangan viloyati** — 70 ta stansiya. Viloyatda so‘nggi yillarda elektromobillarga qiziqish ortib borayotgani kuzatilmoqda. **Samarqand viloyati** — 67 ta stansiya bilan yetakchi hududlardan biri hisoblanadi. Samarqandning turizm markazi sifatida rivojlanishi va transport oqimining yuqoriligi stansiyalar tarmog‘ini kengaytirishga undamoqda.



4-rasm. Hududlar bo‘yicha elektromobil zaryadlash stansiyalari. (https://app.datawrapper.de/weixduzste/edit/WbAqG/publish#export-image)

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida Buxoro viloyatida mavjud bo‘lgan zaryadlash stansiyalariga tashrif buyurilib, ularning joylashuvi, texnik imkoniyatlari va ishlash holati o‘rganildi. Hozirgi kunda Buxoro viloyatida 39 ta zaryadlash stansiyasi mavjud bo‘lib, ular shahar va yirik tumanlarda joylashgan. Ushbu stansiyalar aholiga, sayyohlarga va tranzit yo‘lovchilarga elektromobillarini qulay sharoitda zaryadlash imkoniyatini yaratib bermoqda.



5-rasm. Zaryadlash stansiyasida olib borilgan amaliy kuzatuvlar va ishlash jarayonlari.

Buxoro shahrida joylashgan zaryadlash stansiyalarining aksariyati GB/T DC standarti asosida ishlaydi. Bu standart Xitoyda ishlab chiqilgan bo‘lib, ko‘plab elektromobillar, xususan, BYD, Chery, Geely kabi brendlar tomonidan qo‘llab-quvvatlanadi. GB/T DC texnologiyasi tez zaryadlash imkonini beradi, ya’ni elektromobil akkumulyatori qisqa vaqt ichida 80% gacha zaryadlanadi. Mazkur stansiyalarning texnik quvvati 160 kVt bo‘lib, bu bir vaqtning o‘zida bir nechta elektromobilni zaryadlash imkonini beradi. Shu quvvat darajasi elektromobillarni o‘rtacha 20–60 daqiqa ichida to‘liq zaryadlashga imkon beradi (transport vositasining akkumulyator hajmiga qarab).

1-jadval.

Zaryad stansiyalari sonining o‘sish dinamikasi (2024–2025)

Davr	Umumiy stansiyalar soni	Toshkent sh. ulushi (%)
2024-yil aprel	840	58
2024-yil dekabr	1085	60
2025-yil may	1399	59

O‘zbekiston hukumatining “yashil iqtisodiyot” konsepsiyasi, soliq imtiyozlari, bojxona yengilliklari va davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini joriy etishi ushbu infratuzilmaning tez sur’atlarda kengayishiga asos bo‘lmoqda. Shu

ISSN 3030-3907

bilan birga, xalqaro kompaniyalar va mahalliy startaplar ham ushbu sohada faol investitsiya kiritib, poytaxt va yirik viloyat markazlarida qulay zaryadlash nuqtalarini tashkil etmoqda. 2026–2030-yillar davomida zaryad stansiyalari soni yanada tez sur'atlarda oshib, barcha hududlarda keng qamrovli tarmoq shakllantiriladi. Bu esa elektromobillarni ommalashtirish va transport sohasida ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. O'zbekiston bo'yicha elektromobil zaryadlash stansiyalarining umumiy sonida Toshkent shahri yetakchi mavqeini saqlab qolmoqda. Statistika shuni ko'rsatadiki: 2024-yil aprel holatiga poytaxtda joylashgan stansiyalar umumiy tarmoqning 58 foizini tashkil qilgan. 2024-yil dekabrida bu ko'rsatkich 60 foizga yetib, qisqa muddat ichida Toshkentdagi stansiyalar sonining sezilarli o'sishini aks ettirgan. 2025-yil may holatida esa ulush 59 foiz atrofida barqarorlashgan. Bu shuni anglatadiki, mamlakat bo'yicha zaryadlash infratuzilmasining umumiy kengayishi asosan Toshkent shahrida ro'y bermoqda. Ya'ni, yangi stansiyalar ko'p hollarda poytaxt hududida ishga tushirilmoqda. Aholi zichligi va avtomobil egaligi darajasi yuqoriligi - Toshkent mamlakatdagi eng yirik transport tugunidir, shuning uchun elektromobillar soni ham boshqa hududlarga nisbatan tezroq ortmoqda. Iqtisodiy va moliyaviy sharoitlar - poytaxtda aholining to'lov qobiliyati yuqori bo'lib, bu xususiy sektor hamda investorlar uchun bozorni yanada investitsion jihatdan qulay qiladi.

Zaryadlash vaqti va quvvat o'rtasidagi bog'liqlik elektromobil akkumulyatorining sig'imi va zaryadlash stansiyasining quvvatiga bog'liq. Yuqori quvvatli zaryadlash stansiyalari orqali zaryadlash vaqtini sezilarli darajada qisqartirish mumkin. Biroq, akkumulyatorning texnik xususiyatlari va zaryadlash tezligining o'zgarishi ham zaryadlash vaqtiga ta'sir qiladi [6].

Zaryadlash vaqti quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$T = \frac{E}{P} \quad (1)$$

bunda: T – zaryadlash vaqti (soat), E – akkumulyator sig'imi (kWh), P – zaryadlash quvvati (kW).

Zaryadlash stansiyasining energiya sarfi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$W = P \cdot T \quad (2)$$

bunda: W – sarflangan energiya (kWh), P – zaryadlash quvvati (kW),T – zaryadlash vaqti (soat).

Zaryadlash quvvati oshgani sari vaqt qisqaradi, ammo akkumulyatorning hayotiy tsikliga ta'sir qilishi mumkin. Optimal natijaga erishish uchun balansni saqlash muhim, ya'ni tezkor zaryadlash faqat zarur holatlarda qo'llanib, odatda sekinroq AC zaryadlash afzalroq bo'lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Transport oqimi va tranzit markazi sifatida roli - Toshkent shahri ichki va xalqaro avtomobil qatnovlarining transport logistik markazi sifatida alohida ahamiyat kasb etadi. Shu bois, elektromobillarni zaryadlash infratuzilmasining uzluksiz va samarali ishlashi ushbu hududda eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, Toshkentning umumiy ulushi **barqaror saqlanayotgani** mamlakat bo‘yicha boshqa viloyatlarda ham bosqichma-bosqich zaryadlash tarmoqlari rivojlanayotganini ko‘rsatadi.

XULOSA. Olib borilgan tadqiqot natijalari elektromobillar infratuzilmasining barqaror rivojlanishi zaryadlash stansiyalarining nafaqat son jihatdan ko‘payishi, balki texnologik va funksional takomillashuvi bilan uzviy bog‘liqligini ko‘rsatdi. Zamonaviy EV infratuzilmasi yuqori quvvatli DC tezkor zaryadlash tizimlari, aqlli boshqaruv platformalari va raqamli monitoring mexanizmlariga asoslanmoqda. Bu esa energiya iste’molini optimallashtirish va tarmoq barqarorligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Vehicle-to-Grid (V2G) texnologiyasi esa elektromobillarni passiv iste’molchi emas, balki taqsimlangan energiya manbai sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Bu yondashuv energiya tizimlarining moslashuvchanligini oshirish bilan birga, karbon emissiyalarini kamaytirishga xizmat qiladi.

O‘zbekiston sharoitida elektromobillar bozorining jadal o‘sishi zaryadlash infratuzilmasini rejalashtirish va boshqarishda strategik yondashuvni talab etadi. Hududiy joylashtirishni optimallashtirish, xalqaro standartlar bilan uyg‘unlashgan normativ-huquqiy bazani takomillashtirish, xususiy sektor investitsiyalarini rag‘batlantirish hamda energiya tarmoqlarining modernizatsiyasi ustuvor vazifalar sirasiga kiradi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Z. Yusupov, N. Almagrahi, E. Yaghoubi, A. Habbal, and D. Kodirov, “Modeling and Control of Decentralized Microgrid Based on Renewable Energy and Electric Vehicle Charging Station,” *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 912 LNNS, pp. 96–102, 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53488-1_11

2. International Energy Agency (IEA), *Global EV Outlook 2024: Trends in Electric Mobility*, Paris, France, 2024.

3. D.Qodirov, R.Qobilov “The importance of charging stations in the development of electric vehicle adoption and ways to improve them,” *Scientific Journal of Mechanics and Technology” № 1 (12), 2025.*

4. A. Dubey and S. Santoso, “Electric vehicle charging on residential distribution systems: Impacts and mitigations,” *IEEE Access*, vol. 3, pp. 1871–1893, 2015. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2476996

ISSN 3030-3907

5. J. Hu, S. You, M. Lind, and J. Østergaard, "Coordinated charging of electric vehicles for congestion prevention in the distribution grid," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 5, no. 2, pp. 703–711, 2014. https://doi.org/10.1109/TSG.2013.2279001

6. S. Deilami, A. S. Masoum, P. S. Moses, and M. A. Masoum, "Real-time coordination of plug-in electric vehicle charging in smart grids," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 2, no. 3, pp. 456–467, 2011. https://doi.org/10.1109/TSG.2011.2159630

7. F. Ahmad, M. S. Alam, and M. A. S. Masoum, "Economic and environmental assessment of electric vehicle charging stations," *Renewable Energy*, vol. 146, pp. 236–246, 2020. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.114

8. M. Brenna, F. Foiadelli, and D. Zaninelli, "The impact of electric vehicle charging on distribution networks," *IEEE Industry Applications Magazine*, vol. 18, no. 2, pp. 22–32, 2012. https://doi.org/10.1109/MIAS.2011.2172215

9. H. Shareef, M. M. Islam, and A. Mohamed, "A review of the stage-of-the-art charging technologies, placement methodologies, and impacts of electric vehicles," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 64, pp. 403–420, 2016. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.033

10. S. Habib, M. Kamran, and U. Rashid, "Impact analysis of vehicle-to-grid technology and charging strategies of electric vehicles on distribution networks," *Journal of Power Sources*, vol. 277, pp. 205–214, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.12.020

11. A. Sortomme and M. A. El-Sharkawi, "Optimal charging strategies for unidirectional vehicle-to-grid," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 2, no. 1, pp. 131–138, 2011. https://doi.org/10.1109/TSG.2010.2090910

12. J. Tan and L. Wang, "Real-time charging navigation of electric vehicles to fast charging stations," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 8, no. 2, pp. 846–856, 2017. https://doi.org/10.1109/TSG.2015.2473681

13. Y. Zhang, N. Gatsis, and G. B. Giannakis, "Robust energy management for microgrids with high-penetration renewables," *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 4, no. 4, pp. 944–953, 2013. https://doi.org/10.1109/TSTE.2013.2255131

14. N. R. Ullah et al., "Impact of electric vehicle charging on power distribution systems," Energies, vol. 13, no. 3, 2020. https://doi.org/10.3390/en13030675

ISSN 3030-3907