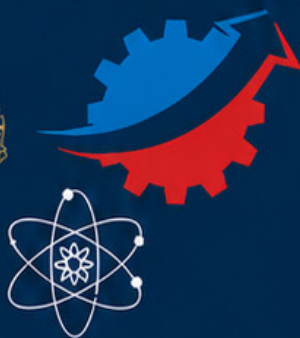


MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL
IYUL/7-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyul.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

OILAVIY KORXONALAR FAOLIYATINI BOSHQARISHNING TASHKILIIY MEKANIZMINI TIZIMLI TAHLILI	10
Sultonov Bobirmirzo Mavlonjon o'g'li	
NEW ZEALAND'S EXPERIENCE IN TRANSITIONING TO INFLATION TARGETING	21
Duskobilov Umidjon Sharofiddinovich	
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТЕКУЧЕСТИ НА СВОЙСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ	28
Абдуганиев Азизбек, Кулдашева Азиза	
BUDJET TUSHUMLARINI OSHIRISHDA BOJXONA TO'LOVLARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI EKONOMETRIK BAHOLASH VA PROGNOZLASH	33
Fayzullayev Farrux Sharofovich	
O'ZBEKISTON KORXONALARIDA MOLYAVIY HISOBOTNING XALQARO STANDARTLARIGA (MHXS) O'TISHDA UCHRAYDIGAN ASOSIY MUAMMOLAR: SO'ROVNOMA NATIJALARI ASOSIDA TAHLIL	41
Safarova Gulbahor Nusratovna	
ТЕМИР YO'L TRANSPORTI INNOVATSION EKOTIZIMINI SHAKLLANTIRISH MODELI	45
Muradov Bahrom, Masharipov Ma'sud	
TIJORAT BANKLARIDA QARZ OLUVCHILARNING TO'LOVGA LAYOQATLILIGINI BAHOLASHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI	49
Soibov Jamshid Raxmatqulovovich	
O'ZBEKISTONDA CHEGARALARARO TURIZMNI RIVOJLANTIRISHDA BOJXONA XIZMATLARINI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI	56
Ergashev Qobiljon Ernazarovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDITNING IQTISODIY MOHIYATI VA FUNKSIONAL EVOLYUTSIYASI: XALQARO STANDARTLARNING YANGI AVLADI ASOSIDAGI YONDASHUV	62
Narziyev Xayotjon Azamatovich	
MOLYAVIY INVESTITSIYALAR AUDITINI O'TKAZISH METODIKASINI VA AUDIT RISKLARINI BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH	69
Jumamurodov To'libay Yeldashbayevich	
MOLYAVIY HISOBOT IZOHLARIDA UZOQ MUDDATLI AKTIVLAR QADRSIZLANISHI YUZASIDAN OCHIB BERILADIGAN AXBOROTLAR TARKIBINI KENGAYTIRISH ORQALI HISOBOT SHAFFOFLIGINI OSHIRISH.	75
Fayzullayev Begzod Baxtiyor o'g'li	
XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASINI O'ZBEKISTON DAVLAT SEKTORI ICHKI AUDITIGA MOSLASHTIRISHNING KONSEPTUAL MODEL VA MUHIMLIK DARAJALARINI ME'YORIY-HUQUQIY BAZAGA JORIY ETISH	82
Ismatillayev Baypo'lat Xushvaqtovich	
O'ZBEKISTONDA TOVAR YETKAZIB BERISH ZANJIRI ISHTIROKCHILARI FAOLIYATI VA BOJXONA NAZORATI TIZIMINING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI	90
Ergashev Qobiljon, Kilichov Nazar	
DAVLAT XARIDLARI BO'YICHA ICHKI AUDITNING XATARGA YO'NALTIRILGAN METODOLOGIYASI	96
Rajabov Shuxrat Ismayilovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDIT XIZMATI TUSHUNCHASINING IQTISODIY MAZMUNI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	101
Ismailov Azizbek Madaminovich	
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA XATARGA YO'NALTIRILGAN ICHKI AUDIT METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	109
Tojiyeva Shahlo Mahmatmurodovna	



IQTISODIY O'SISH OMILLARINI RIVOJLANISHIDA MOLIVAVIY XAVFLARNING TA'SIRI VA ULARNI KAMAYTIRISH IMKONIYATLARI	115
Turopova Nigora Xolmurod qizi	
QASHQADARYO VILOYATIDA YALPI HUDUDII MAHSULOT VA BANDLIK KO'RSATKICHLARI O'RTASIDAGI KORRELYATSION BOG'LIQLIK.....	118
Karimov Olimjon Akramovich	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В Г. ТЕРМЕЗЕ В УСЛОВИЯХ РОСТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ	124
Токсонов Хуршид Эгамбердиевич	
VINOCHILIK SANOATI KORXONALARIDA BUXGALTERIYA HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	129
Botirov Lazizbek Botirovich	
MEHNATGA HAQ TO'LASHNING IQTISODIY MAZMUNI, TASNIFI VA HISOB OBYEKT LARI SIFATIDAGI XUSUSIYATLARI	134
Anvar Raximov Maxmarasulovich	
IQTISODIY ISLOHOTLAR JARAYONIDA TIJORAT BANKLARI RESURS BAZASI SAMARADORLIGINI OSHIRISH MASALALARI	139
Marpatov Shavkat Mavlonxonovich	
TO'QIMACHILIK SANOATIDA INVESTITSION LOYIHALAR UCHUN MOLIVALASHTIRISH MANBALARINI DIVERSIFIKATSİYALASHNING USTUVOR YO'NALISHLARI	145
Qurbonov Jasurbek Pozilovich	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	150
Ташмухамедова Карима Саматовна	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	156
Sultonmurod Qurbonov, Ahmadjon Ibadullaev, Elmira Teshabayeva, Umar Chorshanbiev	
ECONOMIC STRUCTURE AND DEVELOPMENT PRIORITIES FOR STRENGTHENING INTERREGIONAL ECONOMIC COOPERATION: EVIDENCE FROM NAMANGAN REGION	161
Sattarov R. A.	
MATERIALLARNING TARKIBI VA TUZILISHINING ULARNING XOSSALARIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH... ..	167
Tuxliyev Muslimbek Sherzod o'g'li	
REMOTE WORK AND EMPLOYEE ENGAGEMENT: INSIGHTS FROM TASHKENT IT FIRMS.....	171
Narmurodova Sitara Aktamovna	
OPTIMIZING CONVERGENT-DIVERGENT ROCKET NOZZLE GEOMETRY (30°/10°) TO ENHANCE THE ALTITUDE PERFORMANCE OF MODEL ROCKETS USING SOLID SUGAR PROPELLANTS.....	176
Berdiyev Usmon Tolib o'g'li	
TIRBAND HUDUDLARDA SODIR BO'LAYOTGAN YO'L-TRANSPORT HODISALARINING TAHLILI.....	181
Xolmatov Umid Sadirdinovich	
TRANSPORT TIZIMIDA HARAKAT XAVFSIZLIGIGA KOMPLEKS TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI GIS-TSI ASOSIDA BAHOLASH VA KAMAYTIRISH (JIZZAX SHAHRI MISOLIDA)	186
Kamolov Otabek Quدراتovich	
DEVELOPMENT OF ELASTOMER COMPOSITIONS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS FOR RAILWAY RAIL PADS AND EVALUATION OF THEIR DYNAMIC PROPERTIES.....	192
Ibadullaev Akhmadjan, Lesov Kuvandik, Samandarov Xushnodbek, Chorshanbiev Umar	
SHUDGORLANGAN YERLARNI EKISHGA TAYYORLASHDA QO'LLANILADIGAN MASHINA PLANKALI G'ALTAKMOLASINING PARAMETRLARINI ASOSLASH	198
Muqimova Davlatxon, Giyasidinov Abdumannob, Haydarov Murodjon	
HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT AND ITS IMPACT ON THE BUSINESS ENVIRONMENT IN UZBEKISTAN: A LITERATURE REVIEW	203
Dilafroz Kuchkorova	



KLASTERLARDA ASOSIY FAOLIYAT DAROMADLARI HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	209
Shirov Javlonbek Akbarovich	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ESG..	215
Айтмуратова Улбике Жалгасовна	
KICHIK VA O'RTA BIZNES SUBYEKTLARI HAYOTIY AYLANISH BOSQICHLARINI ANIQLASH USULLARINI	
AUDITGA TASIRI: YOSHGA OID USUL	222
Muydinov Erkin Djamaldinovich	
HUDUDNING IJTIMOIIY-IQTISODIY RIVOJLANISHINI BOSHQARISHNING MINTAQAVIY XUSUSIYATLARI...	
.....	229
Raximov Jo'rabek Raximovich	
XALQARO MARKETING STRATEGIYALARINING NAZARIY ASOSLARI VA EKSPORT FAOLIYATIDAGI ROLI	
.....	236
Shoxida Ibadullayeva	
EKSPORT SAMARADORLIGINI OSHIRISH ORQALI MINTAQ RAQOBATBARDOSHLIGINI TA'MINLASH	
YO'LLARI.....	240
Matyoqubov Arslonbek G'ayrat o'g'li	
CHORRAHA SVETOFORLARINING AQLLI AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV PARAMETRLARINI	
SUMO MODELI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	244
Bayozov Ravshan Rajabovich	
M-39 YO'LINING 989-1013 KMLARIDAGI TOG'LI HUDUDLARDA SODIR ETILGAN YTHLARNING	
TAHLILI ASOSIDA CHORA-TADBIRLAR ISHLAB CHIQISH SAMARADORLIGI.....	251
Shokirov Ozod G'aybulla o'g'li	
SHAHAR MAGISTRAL YO'LLARINING TUZILISHI VA TRANSPORT OQIMI	258
Xayrullo Raximovich Baynazarov	
ELEKTROMOBILLAR BATAREYALARINI TURLI IQLIM SHAROITLARIDA QIZDIRISH UCHUN	
SARFLANADIGAN ENERGIYA VA VAQT KO'RSATKICHLARINI OPTIMALLASHTIRISH	266
Qosimov Baxtiyor Axmatjonovich	

ELEKTROMOBILLAR BATAREYALARINI TURLI IQLIM SHAROITLARIDA QIZDIRISH UCHUN SARFLANADIGAN ENERGIYA VA VAQT KO'RSATKICHLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Qosimov Baxtiyor Axmatjonovich

Jizzax politexnika instituti

"Transport vositalari muhandisligi" kafedrasasi assistenti

E-mail: baxtiyoraxmatjonovich@gmail.com

ORCID: 0009-0004-2359-7732

Annotatsiya. Ushbu ishda elektromobil batareyalarini turli iqlim sharoitlarida samarali qizdirish jarayoni, qizdirish uchun sarflanadigan energiya miqdori hamda vaqt ko'rsatkichlarini optimallashtirish masalalari o'rganilgan. Tadqiqotda past haroratlarda batareya sig'imining kamayishi, zaryadlanish jarayoni samaradorligining pasayishi va transport vositasining harakat ko'rsatkichlariga salbiy ta'siri aniqlangan. Shu sababli elektromobil batareyasini optimal ish haroratiga yetkazish energiya tejamlorligi, yurish masofasini oshirish va batareya xizmat muddatini uzaytirishning muhim omili sifatida qaralgan. Tadqiqot davomida batareyani qizdirish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillar, jumladan, tashqi muhit harorati, batareyaning boshlang'ich harorati, issiqlik sig'imi, konveksiya koeffitsienti, qizdirish vaqti hamda energiya sarfi tahlil qilingan. Turli iqlim sharoitlari uchun batareyani maqsadli haroratgacha qizdirishning matematik modeli ishlab chiqilib, energiya va vaqt sarfini kamaytirishga qaratilgan optimallashtirish yondashuvi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: elektromobil, batareya, lity-ion batareya, batareyani qizdirish, energiya sarfi, qizdirish vaqti parametri, iqlim sharoiti, sovuq iqlim, issiqlik almashinuvi, optimal harorat, batareyani boshqarish tizimi, energiya tejamlorligi, yurish masofasi, ekspluatatsion samaradorlik, optimallashtirish.

Аннотация. В данной работе исследуется процесс эффективного нагрева аккумуляторных батарей электромобилей в различных климатических условиях, а также вопросы оптимизации количества потребляемой энергии и временных показателей процесса нагрева. В исследовании установлено, что при низких температурах снижение ёмкости аккумулятора, уменьшение эффективности процесса зарядки и ухудшение эксплуатационных характеристик транспортного средства оказывают негативное влияние на его работу. В связи с этим достижение оптимальной рабочей температуры аккумулятора электромобиля рассматривается как важный фактор повышения энергоэффективности, увеличения запаса хода и продления срока службы батареи. В ходе исследования проанализированы основные факторы, влияющие на процесс нагрева аккумулятора, включая температуру окружающей среды, начальную температуру аккумулятора, теплоёмкость, коэффициент конвекции, время нагрева и потребление энергии. Разработана математическая модель нагрева аккумулятора до целевой температуры для различных климатических условий и предложен подход к оптимизации, направленный на снижение затрат энергии и времени.

Ключевые слова: электромобиль, аккумулятор, литий-ионная батарея, нагрев аккумулятора, энергопотребление, параметр времени нагрева, климатические условия, холодный климат, теплообмен, оптимальная температура, система управления батареей, энергоэффективность, запас хода, эксплуатационная эффективность, оптимизация.

Abstract. This study investigates the efficient heating process of electric vehicle batteries under various climatic conditions, as well as the optimization of energy consumption and heating time parameters. The research demonstrates that low temperatures reduce battery capacity, decrease charging efficiency, and negatively affect the operational performance of electric vehicles. Therefore, achieving the optimal operating temperature of an electric vehicle battery is considered an important factor for improving energy efficiency, increasing driving range, and extending battery service life. The study analyzes the main factors affecting the battery heating process, including ambient temperature, initial battery temperature, heat capacity, convection coefficient, heating time, and energy consumption. A mathematical model for heating the battery to the target temperature under different climatic conditions is developed, and an optimization approach aimed at reducing energy and time consumption is proposed.

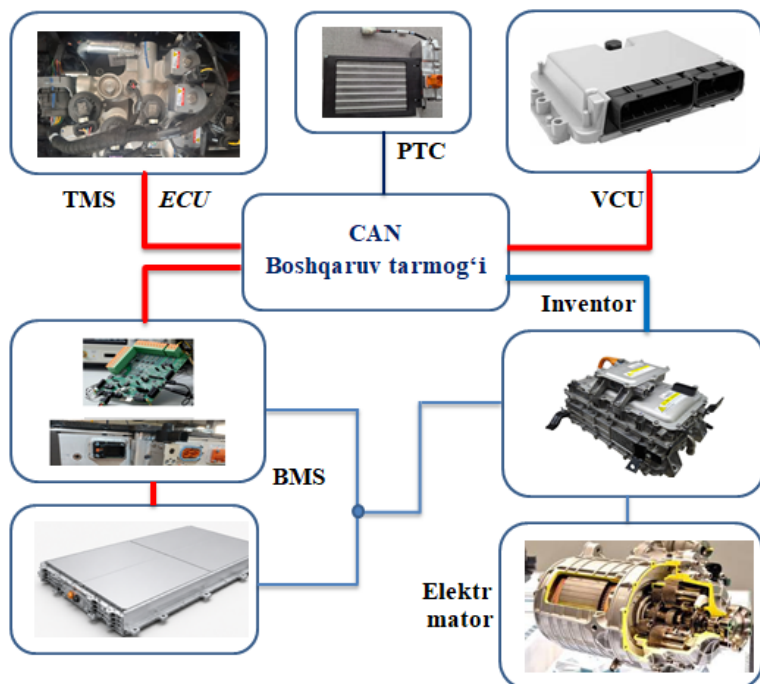
Keywords: electric vehicle, battery, lithium-ion battery, battery heating, energy consumption, heating time parameter, climatic conditions, cold climate, heat transfer, optimal temperature, battery management system, energy efficiency, driving range, operational efficiency, optimization.



KIRISH

Bugungi kunda elektromobillar ekologik toza, tejamkor va zamonaviy transport vositasi sifatida keng qo'llanilmoqda. Biroq elektromobillarning samarali ishlashi ko'p jihatdan batareya holati va uning haroratiga bog'liq. Ayniqsa, sovuq iqlim sharoitida batareya sig'imi kamayadi, zaryad sarfi ortadi va avtomobilning yurish masofasi qisqaradi. Shu sababli elektromobil batareyasini optimal haroratgacha qizdirish muhim masalalardan biri hisoblanadi [2].

O'tkaziladigan eksperiment tadqiqoti uchun BYD SONG PLUS CHAMPION elektromobili tanlab olingan bo'lib, ushbu elektromobilning litiy-tinli batareya sig'imi 87,04 kWh ni tashkil etadi. Batareya sovuq iqlim sharoitida haroratini optimallashtirish uchun zamonaviy termal boshqaruv tizimi bilan jihozlangan. Isitish va sovutish jarayonlari issiqlik tashuvchi suyuqlik oqimini boshqaruvchi klapanlar orqali amalga oshiriladi.



1-rasm. Klapanlarni boshqaruvchi asosiy qurilmalar

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Elektr transport vositalarining keng ommalashishi bilan litiy-ion batareyalarning turli iqlim sharoitlaridagi ishlash samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biriga aylandi. Ayniqsa, past haroratlarda batareya sig'imi kamayishi, ichki qarshilikning ortishi va quvvat uzatish samaradorligining pasayishi elektromobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli batareyalarni samarali qizdirish usullarini ishlab chiqish hamda energiya sarfi va vaqt ko'rsatkichlarini optimallashtirish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Batareya issiqlik jarayonlarini modellashtirish bo'yicha fundamental tadqiqotlardan biri Bernardi, Pawlikowski va Newman tomonidan amalga oshirilgan. Mualliflar batareyalarda issiqlik hosil bo'lishining umumiy energiya balansini ishlab chiqib, issiqlik ajralishi va harorat taqsimotini matematik jihatdan tavsiflaganlar. Ushbu model hozirgi zamonaviy batareya issiqlik boshqaruv tizimlarining nazariy asoslaridan biri hisoblanadi [1].

Past haroratlarda litiy-ion batareyalarni ishga tayyorlash usullari Ji va Wang tomonidan batafsil o'rganilgan. Tadqiqotchilar tashqi va ichki qizdirish strategiyalarini taqqoslab, batareyani optimal haroratgacha qisqa vaqt ichida yetkazish quvvat yo'qotilishini kamaytirishi va xizmat muddatini uzaytirishini isbotlaganlar [2]. Ushbu natijalar sovuq iqlim sharoitida elektromobillarni ekspluatatsiya qilish uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

Jaguemont, Boulon va Dubé tomonidan amalga oshirilgan keng qamrovli sharhda sovuq iqlimning litiy-ion batareyalar ishlashiga ta'siri kompleks tahlil qilingan. Mualliflar past haroratlarda batareya sig'imi 20–50 % gacha kamayishi, ichki qarshilik esa sezilarli darajada ortishini ko'rsatganlar. Shuningdek, ular oldindan qizdirish (preheating) usullari energiya samaradorligini oshirish va batareya degradatsiyasini kamaytirishda muhim rol o'ynashini ta'kidlaydilar [3].

So'nggi yillarda batareyalarni qizdirish texnologiyalari bo'yicha eng muhim sharhlardan biri Hu va hammualliflari tomonidan taqdim etilgan. Ular elektromobillar uchun qo'llanilayotgan zamonaviy qizdirish

usullarini, jumladan, rezistiv qizdirish, o'z-o'zini qizdirish (self-heating), faza o'zgaruvchi materiallar hamda suyuqlikli issiqlik boshqaruv tizimlarini taqqoslab, energiya sarfi va qizdirish tezligi o'rtasidagi optimal nisbatni aniqlash zarurligini qayd etganlar [4].

Batareyaning issiqlik boshqaruv tizimini loyihalash masalalari Kim va Pesaran tomonidan ishlab chiqilgan modellarda batafsil yoritilgan. Mualliflar batareya modulining geometrik parametrlari, sovutish va qizdirish tizimlari hamda issiqlik almashinuv jarayonlarini modellash tirish orqali optimal issiqlik boshqaruv tizimini yaratish metodikasini taklif qilganlar [5].

Eng so'nggi tadqiqotlardan biri bo'lgan Hwang va hammualliflari tomonidan chop etilgan sharh maqolasida elektromobillarda qo'llanilayotgan batareya issiqlik boshqaruv tizimlari chuqur tahlil qilingan. Mualliflar havo, suyuqlik, faza o'zgaruvchi materiallar va issiqlik nasoslari asosidagi tizimlarni energiya samaradorligi, qizdirish tezligi va ekspluatatsion xarajatlar bo'yicha solishtirib, adaptiv issiqlik boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish istiqbolli yo'nalish ekanligini ta'kidlaganlar [6].

Litiy-ion tortish batareyalarining ishlash ko'rsatkichlarini baholash bo'yicha xalqaro standart sifatida ISO 12405-4:2018 hujjati qabul qilingan bo'lib, unda batareyalarning turli harorat sharoitlarida ishlash samaradorligini sinash, quvvat ko'rsatkichlarini aniqlash va issiqlik boshqaruv tizimlarini baholash metodlari belgilangan [7]. Mazkur standart eksperimental tadqiqotlarni xalqaro talablar asosida tashkil etishda muhim metodik asos hisoblanadi.

Bundan tashqari, zamonaviy diagnostika uskunalarini ishlab chiqaruvchi Newsmartsafe kompaniyasi elektromobillar batareyalarining haroratini monitoring qilish, diagnostika qilish va servis jarayonlarini avtomatlashtirish bo'yicha amaliy yechimlarni taklif etadi. Ushbu texnologiyalar batareya haroratini real vaqt rejimida nazorat qilish va energiya boshqaruv tizimlarini takomillashtirish imkonini beradi [8].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Elektromobillarda issiqlikni boshqarish tizimi quyida keltirib o'tilgan qurilmalar orqali amalga oshiriladi.

BMS (Battery Management System) – batareyani boshqarish tizimi: batareya harorati, kuchlanish va xavfsizlik holatini nazorat qilib, issiq yoki sovuq talabini VCU tizimiga yuboradi.

VCU (Vehicle Control Unit) – markaziy boshqaruv bloki: BMS, inverter, HVAC va TMS dan kelgan signallarni birlashtiradi va umumiy boshqaruv strategiyasini tanlaydi.

TMS (Thermal Management System) – termal boshqaruv tizimi: yo'naltiruvchi klapan, kompressor va PTC (Positive Temperature Coefficient) elektr isitgichlarini boshqaradi.

ECU (Electronic Control Unit) – elektron boshqaruv bloki: kichik elektron boshqaruv bloki bo'lib, klapanlarning yo'naltirish harakatini boshqaradi.

CAN (Controller Area Network) – boshqaruv qurilmalari o'rtasida ma'lumot almashish tarmog'i: elektromobildagi barcha elektron bloklar CAN orqali bir-biri bilan aloqa qiladi. Boshqaruv tizimi raqamli axborot orqali almashadi va ketma-ket aloqa protokoli sifatida belgilanadi.

Elektromobillarda batareya termal boshqaruv tizimida issiqlik tashuvchi suyuqlik oqimini yo'naltirish elektron aktuatorli klapanlar orqali amalga oshiriladi. Ushbu klapanlarning holati batareya modullarida joylashgan harorat sensorlari, tashqi muhit harorati, sovutish suyuqligi kirish–chiqish harorati, batareyaning SOC holati va zaryadlash rejimi haqidagi ma'lumotlarga asoslanib boshqariladi [3].

Klapanlarni bevosita boshqaruvchi qurilma Thermal Management ECU yoki VCU bilan integratsiyalashgan termal boshqaruv kontrolleri hisoblanadi. BMS esa batareya holatini monitoring qilib, isitish yoki sovutish zarurati bo'yicha boshqaruv blokiga talab signalini uzatadi. Natijada klapanlar sovutish suyuqligi oqimini radiator, sovutish qurilmasi (chiller), elektr motor/inverter issiqlik almashinuvchisi, PTC isitgich yoki batareya konturi tomon yo'naltiradi. Bu batareyaning optimal harorat diapazonida ishlashini, energiya sarfining kamayishini va yurish masofasining barqarorligini ta'minlaydi.

Elektromobil batareyasining harorati juda past qiymatga tushganda elektromobil ishga tushirildi va termal boshqaruv tizimining isitishni yo'naltiruvchi klapani orqali batareyaga issiqlik yo'naltirildi (klapanning ochilishi) hamda batareyaning harorati ma'lum haroratgacha ko'tarilishi vaqt bo'yicha kuzatildi. Batareyaga yuqori haroratli issiqlik tashuvchi suyuqlik yo'naltirilganda asta-sekin batareya harorati ko'tarilib bordi. Ushbu jarayonda past harorat oralig'idagi vaqt ko'rsatkichlari kuzatildi. Batareya harorati yuqori ko'rsatkichga yetganda yo'naltiruvchi klapan yopilib, issiqlik kiritish to'xtatildi. Vaqt parametrlari kuzatilganda batareya haroratining ko'tarilishi uchun ketgan vaqt va bunga sarflangan energiya alohida hisobotga yozilib, qayd etib borildi [4].



1-jadval

Batareya haroratini vaqt ko'rsatkichlari bo'yicha o'zgarish jadvali ¹

Vaqt ko'rsatkichlari (daqiqada)	Batareya haroratini ko'tarilib borish ko'rsatkichi (°C)
0	5°C
4 daqiqada	8°C
3 daqiqada	10°C
3 daqiqada	12°C
3 daqiqada	15°C
2 daqiqada	18°C
2 daqiqada	20°C
1 daqiqada	25°C

TAHLIL VA NATIJALAR

Issqlik uzatish tizimi ustida o'tkazilgan eksperiment tahlillari orqali shuni aniqlash mumkinki, batareya haroratining ko'tarilish davrida uni kerakli optimal haroratga yetkazish uchun qancha energiya sarflanishi va qancha vaqt ketishini aniqlash imkonini beradi. Ushbu o'tkazilgan tadqiqot 2026-yil 18-fevral sanasida Jizzax viloyati, Jizzax shahrida tashqi harorat 3 °C dan 7 °C oralig'ida bo'lgan vaqtda o'tkazildi.

2-rasm. Harorat 5 °C bo'lgan holatda kuzatilgan vaqt ko'rsatkichi²

Batareyaning harorati issiqlikni talab qiladigan haroratdan boshlangan vaqtdan boshlab optimal yuqori haroratga ko'tarilguncha sarflangan energiya **kWh** ni tashkil etdi. O'tkazilgan eksperiment tahlilidan shuni ko'rish mumkinki, batareya harorati ko'tarilib borishi natijasida ichki qarshilik kamayadi va batareyani isitish uchun sarflanadigan energiya ham pasayib borishi ma'lum bo'ldi. Olingan natijalar taklif etilayotgan boshqaruv usuli an'anaviy isitish jarayonlariga nisbatan energiya sarfini kamaytirish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatdi va yurish masofasining oshishiga xizmat qilish imkoniyati yaratiladi.

Sovuq iqlim sharoitida olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, litiy-ion batareyalarning ishlash samaradorligi bevosita ularning harorat rejimiga bog'liq ekanligi aniqlandi. Batareya harorati sovuq iqlim sharoitida pasayganda ichki qarshilikning ortishi va ionlarning diffuziyasi sekinlashishi oqibatida energiya samaradorligi pasayishini kuzatish mumkinligi aniqlandi. Shu sababli zamonaviy elektromobillarda batareyani isitish tizimlari keng qo'llanilib kelinmoqda. Ushbu tizimlarning ishlashini turli iqlim sharoitlarida optimallashtirish samaradorlikni yanada oshiradi. Olingan natijalar batareya haroratini optimal diapazonda ushlab turish orqali ichki qarshilikni kamaytirish va elektromobilning yurish masofasini uzaytirish imkonini beradi [6].

Tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan BYD SONG PLUS CHAMPION elektromobil modelida batareya haroratini boshqarish tizimi va sovuq iqlim sharoitida isitish tizimining mavjudligi, shuningdek, ushbu tizim orqali energiya sarfining oshishi elektromobillarning yurish masofasiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlari orqali eksperiment natijalarini olish va energiya sarfini kamaytirish elektromobillarning yurish masofasini oshirishga xizmat qiladi.

Quyida ishlab chiqilgan model asosida turli xil haroratlar uchun tajriba natijalari formula shaklida berildi.

1 Manba: muallif tomonidan olib borilgan eksperimental tadqiqotlar asosida tuzilgan.

2 Manba: muallif tomonidan olib borilgan eksperimental tadqiqotlar asosida tuzilgan.

$$E_t = 3,2 \cdot \frac{25 - T}{25 - 5}$$

$$L_{real} = L_0 \left(1 - \frac{E_h}{E_b} \right)$$

$$L_0 = 605 \text{ km},$$

$$E_b = 87,04 \text{ kWh}$$

Olingan natijalardan shuni ko'rish mumkinki, agar boshlang'ich harorat juda past bo'lsa, sarflanadigan energiya keskin oshib ketadi va bu ko'rsatkichlarning ishlash vaqti haroratga to'g'ri proporsional bo'ladi.

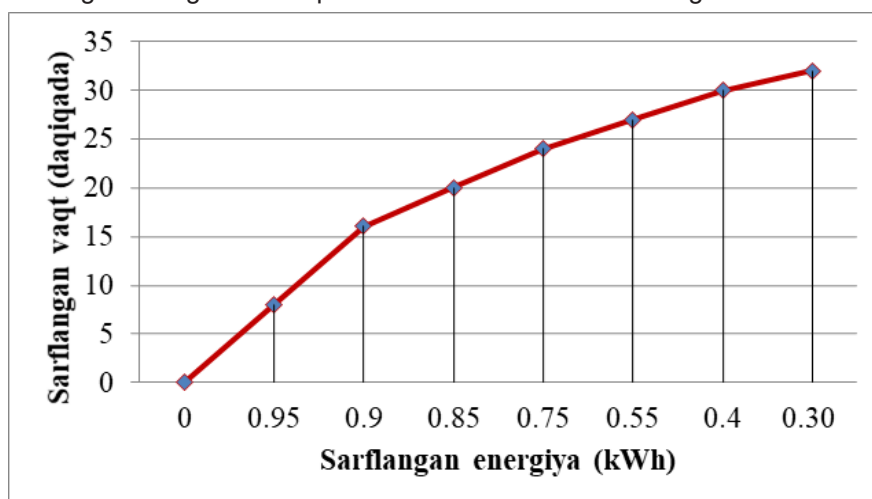
Olingan eksperiment natijalaridan shuni asoslash lozimki, agar batareya ortiqcha yuqori haroratgacha qizdirilsa, bu energiya yo'qotilishiga olib keladi va elektromobillarning yurish masofasiga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Demak, optimal boshqaruv harorat chegaralarini belgilash maqsadga muvofiq bo'ladi. Taklif etilayotgan optimallashtirilgan boshqaruv orqali samaradorlik ko'rsatkichlarini sezilarli darajada oshirish imkoniyati yaratildi.

Ushbu olib borilgan tadqiqot ishida elektromobil akkumulyator batareyalarining turli xil iqlim sharoitlarida isitish tizimini sinash natijalari tizimli ravishda qayta ishlab chiqildi va qayta tahlil qilindi. Olib borilgan sinov ishlari maxsus qurilmalar yordamida amalga oshirilib, elektromobil batareyasini sovuq haroratda sinovdan o'tkazishga mo'ljallangan sanoat sovutish sinov kamerasi yordamida hamda maxsus xonada bajarildi.

Eng muhim ko'rsatkichlardan biri batareya harorati

bo'lib, u energiya sarfining asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib xizmat qiladi. Tashqi muhit harorati ham batareyaning samarali ishlashiga katta ta'sir ko'rsatadi.

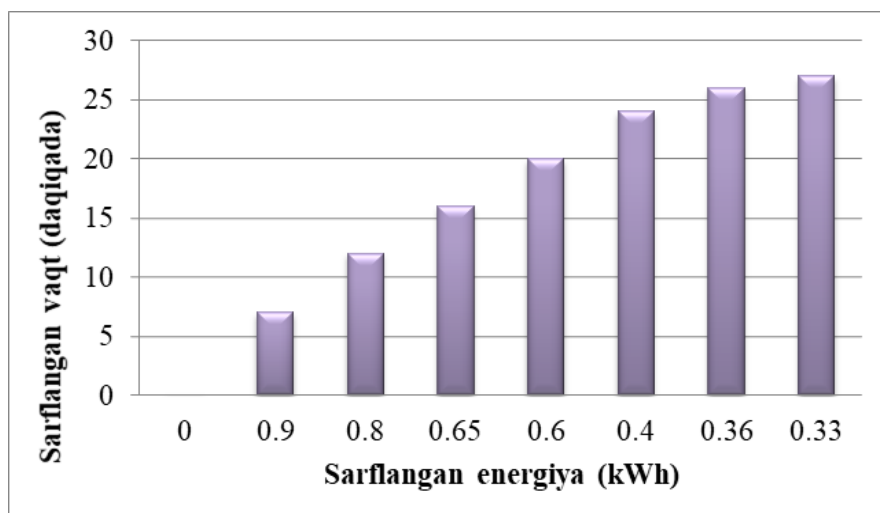
O'tkazilgan eksperiment natijalari tahlil qilinganda, batareya harorati yuqori bo'lsa, energiya sarfi ham kamayishi aniqlandi. Elektr dvigatel harakatga kelib, batareyadan tok quvvat olishi natijasida batareya haroratining oshishiga xizmat qiladi. Ushbu ko'rsatkichlarni diagramma ko'rinishida ham ko'rish mumkin.



3-rasm. Sarflangan vaqtga nisbatan energiya sarfi diagrammasi³

Elektromobil batareyasida harorat vaqti oshib borishi orqali energiya sarfining kamayishini ko'rish mumkin. Bunga sabab, batareya haroratining ko'tarilishi natijasida ichki qarshilikning kamayishi hisoblanadi.

3 Manba: muallif tomonidan olib borilgan eksperimental tadqiqotlar asosida tuzilgan.



4-rasm. Vaqtga nisbatan energiya sarfining diagrammasi⁴

Elektromobillarning samarali ishlashi batareyaning harorat holati bilan bevosita bog'liq. Ayniqsa, sovuq iqlim sharoitida batareya sig'imining kamayishi, energiya sarfining ortishi va yurish masofasining qisqarishi kuzatiladi. Shu sababli batareyani optimal haroratgacha qizdirish elektromobilning barqaror ishlashi uchun muhim ahamiyatga ega [8].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot davomida turli iqlim sharoitlarida batareyani qizdirish uchun sarflanadigan energiya va vaqt ko'rsatkichlarini aniqlash hamda ularni optimallashtirish zarurligi asoslab berildi. Batareyani qizdirish jarayonini samarali boshqarish orqali ortiqcha energiya sarfini kamaytirish, batareya xizmat muddatini uzaytirish va elektromobilning yurish masofasini oshirish imkoniyati yaratildi. Olingan natijalar elektromobillarda energiya tejamkor termal boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish hamda batareya boshqaruv tizimini takomillashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Eksperimental tadqiqot natijalari batareya haroratining o'zgarishi bilan energiya sarfi va qizdirish vaqt ko'rsatkichlari o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi. Batareyaning optimal harorat diapazonida ishlashi uning texnik ko'rsatkichlarini barqaror saqlash va ekspluatatsiya samaradorligini oshirish imkonini beradi. Kelgusida turli rusumdagi elektromobillar va har xil iqlim sharoitlari uchun termal boshqaruv tizimlarini yanada takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Bernardi D., Pawlikowski E., Newman J. A general energy balance for battery systems // *Journal of The Electrochemical Society*. – 1985. – Vol. 132, № 1. – P. 5–12. – DOI: 10.1149/1.2113792.
2. Ji Y., Wang C. Y. Heating strategies for Li-ion batteries operated from subzero temperatures // *Electrochimica Acta*. – 2013. – Vol. 107. – P. 664–674. – DOI: 10.1016/j.electacta.2013.03.147.
3. Jaguemont J., Boulon L., Dubé Y. A comprehensive review of lithium-ion batteries used in hybrid and electric vehicles at cold temperatures // *Applied Energy*. – 2016. – Vol. 164. – P. 99–114. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.11.034.
4. Hu X., Zheng Y., Howey D. A., Perez H., Foley A., Pecht M. Battery warm-up methodologies at subzero temperatures for automotive applications: Recent advances and perspectives // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2020. – Vol. 77. – Article 100806. – DOI: 10.1016/j.pecs.2019.100806.
5. Kim G. H., Pesaran A. Battery thermal management system design modeling // *Proceedings of the 22nd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium (EVS-22)*. – Yokohama, Japan, 2006. – 18 p.
6. Hwang F. S., Confrey T., Reidy C., Picovici D., Callaghan D., Culliton D., Nolan C. Review of battery thermal management systems in electric vehicles // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2024. – Vol. 192. – Article 114171. – DOI: 10.1016/j.rser.2023.114171.
7. ISO 12405-4:2018. *Electrically propelled road vehicles — Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems — Part 4: Performance testing*. – Geneva: International Organization for Standardization, 2018. – 72 p.

4 Manba: muallif tomonidan olib borilgan eksperimental tadqiqotlar asosida tuzilgan.



Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 7

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100