ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, 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.

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

ELEKTROMEXANIK TIZIM FOYDALI ISH KOEFFITSIENTINI OSHIRISH ORQALI SANOAT ENERGIYA SARFINI OPTIMALLASHTIRISH

Aminboyev Abdulaziz Shuhrat o‘g‘li
Andijon Davlat Texnika Instituti
E-mail: aminboyevabu@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektromobil elektromexanik tizimining foydali ish koeffitsientini (FIK) oshirish orqali sanoat va transport sohasida energiya sarfini optimallashtirish imkoniyatlari o‘rganilgan. Matlab/Simulink muhitida qurilgan simulyatsion model asosida yuklamaga bog‘liq PWM signal optimallash algoritmi ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari ko‘rsatdiki, massaga asoslangan invertor boshqaruvi tizim FIKini standart holatga nisbatan 3–5% ga oshiradi. PMSM dvigatelining FIK ko‘rsatkichi 92–96% oralig‘ida barqaror saqlanishi, tizim bo‘yicha umumiy Ση 0.729 dan 0.761 gacha ko‘tarilishi isbotlandi. 20% yuk ortishi sharoitida PWM signali kengligi 15% ga, dvigatel momenti 18% ga oshirilganda FIKning pasayishi 5% dan oshmagan.

Kalit so‘zlar: foydali ish koeffitsienti (FIK), elektromexanik tizim, PWM signal, invertor, yuklamaga asoslangan boshqaruv, PMSM dvigatel, energiya samaradorligi, Simulink modellashtirish.

Аннотация. В данной статье исследованы возможности оптимизации энергопотребления в промышленности и транспортной сфере за счёт повышения коэффициента полезного действия (КПД) электромеханической системы электромобиля. На основе имитационной модели, построенной в среде MATLAB/Simulink, разработан алгоритм оптимизации PWM-сигнала в зависимости от нагрузки. Результаты исследования показали, что система управления инвертором на основе массы повышает КПД системы на 3–5 % по сравнению со стандартным режимом. Доказано, что КПД двигателя Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) стабильно сохраняется в диапазоне 92–96 %, а общий коэффициент эффективности системы Ση увеличивается с 0,729 до 0,761. В условиях увеличения нагрузки на 20 % при повышении ширины PWM-сигнала на 15 % и крутящего момента двигателя на 18 % снижение КПД не превысило 5 %.

Ключевые слова: коэффициент полезного действия (КПД), электромеханическая система, PWM-сигнал, инвертор, управление на основе нагрузки, двигатель PMSM, энергоэффективность, моделирование в Simulink.

Abstract. This article investigates the possibilities of optimizing energy consumption in industrial and transportation sectors by increasing the efficiency of an electric vehicle electromechanical system. Based on a simulation model

developed in MATLAB/Simulink, a load-dependent PWM signal optimization algorithm was developed. The research results showed that a mass-based inverter control system increases system efficiency by 3–5% compared to the standard operating mode. It was demonstrated that the efficiency of the Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) remains stable within the range of 92–96%, while the overall system efficiency coefficient Ση increases from 0.729 to 0.761. Under conditions of a 20% increase in load, when the PWM signal width was increased by 15% and the motor torque by 18%, the decrease in efficiency did not exceed 5%.

Keywords: efficiency, electromechanical system, PWM signal, inverter, load-based control, PMSM motor, energy efficiency, Simulink modeling.

KIRISH.

Jahon energetika sifatiyatining tez rivojlanayotgan elektromobil sanoatida energiya tejashning asosiy texnologik yo‘nalishlaridan biri — elektromexanik tizimlarning foydali ish koeffitsientini (FIK) oshirishdir. Yonilg‘ili avtomobillarda yonilg‘i energiyasining atigi 17–25% i mexanik ishga aylanishi bilan solishtirganda, elektromobilning elektromexanik tizimi 85–96% samaradorlik ko‘rsatishi mumkin. Ammo bu ko‘rsatkich real ekspluatatsiyada yuklamaning o‘zgaruvchanligi, harorat ta'siri va boshqaruv algoritmlarining yetukligi sababli barqaror saqlanmaydi. O‘zbekiston Respublikasining PF-166-sonli farmoni (28.09.2023) va PQ-57-sonli qarori (16.02.2023) energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni ustuvor vazifa sifatida belgilagan.

Elektromexanik tizimdagi energiya yo‘qotishlarining asosiy manbalari: (1) invertor va IGBT tranzistorlaridagi kommutatsion yo‘qotishlar; (2) dvigatel statoridagi mis yo‘qotishlari (I^2R); (3) reduktor va transmissiya elementlaridagi mexanik ishqalanish yo‘qotishlari; (4) yuklamaning real vaqt o‘zgarishiga reaktiv boshqaruvning sekin javob berishi. Shu sababli massaga asoslangan, real vaqtli PWM signal optimallashtiruvchi boshqaruv algoritmlari zamonaviy elektromobil muhandisligining dolzarb yo‘nalishiga aylangan.

Dissertatsion tadqiqotda [1] ishlab chiqilgan massaga asoslangan PWM signal optimallash algoritmining sanoat energiya sarfini kamaytirish va FIK oshirishga ta'sirini miqdoriy jihatdan asoslash hamda ushbu yondashuvning sanoat miqyosida qo‘llash istiqbollarini baholash.

Tadqiqot ob'ekti: PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) tipidagi elektr dvigatel, uch fazali to‘liq ko‘prikli invertor, $LiFePO_4$ akkumulyator batareyasi, ikki bosqichli reduktor va VCU (Vehicle Control Unit) dan iborat elektromexanik tizim. Tadqiqot parametrlari: elektromobil massasi 1200–1800 kg, batareya quvvati 60 kWh, dvigatel nominal quvvati 65 kW, invertor IGBT tranzistorli, PWM chastota diapazoni 8–20 kHz.

ISSN 3030-3907

$$\eta = (P_{chiqish} / P_{kirish}) \times 100\%$$

Bu yerda $P_{chiqish}$ — mexanik energiya (W), P_{kirish} — akkumulyatordan olingan umumiy elektr quvvat (W). Tizimning umumiy FIK ko‘paytma sifatida aniqlanadi:

$$\Sigma\eta = \eta_{dv} \times \eta_{inv} \times \eta_{red} \times \eta_{transm}$$

PMSM dvigatelining tork formula [1] asosida:

$$T = (3/2) \times p \times \lambda \times Iq$$

Bu yerda T — tork (Nm), p — juft qutblar soni, λ — magnit oqimi (Wb), Iq — q-o‘qidagi tok komponenti (A).

2.3. Harakat dinamikasi modeli

Elektromobilning harakatdagi kuchlar balansi dissertatsiyada [1] Nyutonning ikkinchi qonuni asosida:

$$F_{motor} = F_{rr} + F_{aero} + F_{grade} + m \times a$$

Bu yerda: $F_{rr} = f_r \times m \times g$ (yo‘lga g‘ildirashuv qarshiligi), $F_{aero} = 0.5 \times \rho \times Cd \times A \times v^2$ (aerodinamik qarshilik), $F_{grade} = m \times g \times \sin(\theta)$ (nishablik kuchi), $m \times a$ (tezlanish inertsiya kuchi). Tezlanish parametri:

$$a_t = (v_x - v_{(x-1)}) / \Delta t$$

Bu model elektromobilning har qanday yuklanish va yo‘l sharoitida energiya sarfini prognozlash imkonini beradi.

Dissertatsiyada [1] taklif etilgan yuklamaga asoslangan boshqaruv algoritmi quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi: (1) strain gauge sensorlari real vaqtda avtomobil massasini o‘lchaydi; (2) VCU olingan massa ma'lumotini qayta ishlaydi; (3) massa o‘zgarishiga mos holda invertor PWM signalining kengligi va chastotasi avtomatik sozlanadi; (4) dvigatel momenti optimal diapazonida saqlanadi. PWM kengligi sozlash formulasi:

$$D_{new} = D_{base} \times (m_{real} / m_{nominal}) \times k_{corr}$$

Bu yerda D_{new} — yangilangan duty cycle (%), D_{base} — nominal duty cycle (%), m_{real} — real massa (kg), $m_{nominal}$ — nominal massa (1400 kg), k_{corr} — tuzatish koeffitsienti.

Barcha simulyatsiyalar Matlab/Simulink R2023b muhitida o‘tkazildi [2]. Simulink modeli quyidagi bloklardan iborat: akkumulyator bloki (Li-ion modeli), invertor bloki (PWM generator bilan), PMSM dvigatel bloki, transmissiya bloki (reduktor va differensial), massa sensorlari bloki va VCU boshqaruv bloki. Modelni tasdiqlash uchun Tesla Model 3 ommaviy texnik ma'lumotlari etalon sifatida qo‘llanildi (6.2–7.1 km/kWh ko‘rsatkichlari).

Dissertatsiyada [1] bajarilgan simulyatsion modellashtirish natijalari ko‘rsatdiki, elektromexanik tizimning har bir elementi uchun FIK ko‘rsatkichlari quyidagicha:

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Elektromexanik tizim komponentlarining FIK ko‘rsatkichlari (dissertatsiya [1] ma'lumotlari)

Komponent	Minimal FIK (%)	Nominal FIK (%)	Maksimal FIK (%)	Yo‘qotish turi
PMSM elektr dvigatel	88	92–96	96	Mis va temir yo‘qotishlar
Uch fazali invertor (IGBT)	96	97–98	98.5	Kommutatsion yo‘qotish
Reduktor (ikki bosqich)	91	91.3	93	Mexanik ishqalanish
Akkumulyator (zaryad/razryad)	92	94–96	97	Ichki qarshilik yo‘qotishi
Rekuperatsiya tizimi	50	65–75	80	Kinetik → elektr aylantirish

Tizimning umumiy Ση quyidagicha hisoblandi [1]:

$\Sigma\eta_1$ (1 motor + reduktor + dif.val) = 0.867 × 0.913 × 0.921 = 0.729

$\Sigma\eta_2$ (2 motor + reduktor, dif.val yo‘q) = 0.854 × 0.913 = 0.761

$\Delta\eta = \Sigma\eta_2 - \Sigma\eta_1 = 0.761 - 0.729 = 0.032$ (+3.2%)

Yuklamaga bog‘liq FIK o‘zgarishi: Dissertatsion modellashtirish [1] ko‘rsatdiki, massaning 20% ga ortishi tizim FIKiga quyidagicha ta'sir qiladi:

Jadval 2 ning asosiy natijasi: massaga asoslangan PWM optimallashtirish algoritmi to‘la yuklangan holatda ham (1600 kg) bo‘sh holatdagi (1200 kg) FIK darajasini saqlab qoladi. Optimalashtirishsiz holda FIK 87% gacha pasayadi, algoritm joriy etilganda esa 92% da barqaror saqlanadi.

2-Jadval

Elektromobil massasi va FIK ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlik (Simulink natijasi [1])

Yuklanish holati	Massa (kg)	PWM kengligi orthishi (%)	Dvigatel momenti orthishi (%)	FIK o‘zgarishi	Rekuperatsiya samaradorligi
Bo‘sh (bazis)	1200	0 (bazis)	0 (bazis)	η = 92% (bazis)	75%

ISSN 3030-3907

1 yo‘lovchi (+80 kg)	1280	+6%	+8%	η = 91.5%	73%
To‘la yuk (+400 kg)	1600	+15%	+18%	η = 87% (optimalashsiz)	67%
To‘la yuk + PWM optim.	1600	+15%	+18%	η = 92% (optimallashtirgan)	75%
Maksimal yuk (+600 kg)	1800	+20%	+24%	η = 91.5% (optimallashtirgan)	72%

Massaga asoslangan PWM optimallashtirish algoritmi orqali erishilgan energiya tejamkorligi hisob-kitobi:

$$\Delta E_{100km} = E_{asos} \times \Delta\eta = 17.3\ kWh/100km \times 0.032 = 0.554\ kWh/100km$$

Bu tejamkorlikning yillik ahamiyati (kuniga 50 km yurish, 250 ish kuni asosida):

$$\Delta E_{yillik} = 0.554\ kWh/100km \times 50\ km/kun \times 250\ kun = 69.25\ kWh/yil$$

O‘zbekistonda elektr energiyasining sanoat narxi ~600 so‘m/kWh (2024-yil) asosida:

$$\Delta Xarajat_{yillik} = 69.25\ kWh \times 600\ so‘m = 41{,}550\ so‘m/yil\ bitta\ EM\ uchun$$

Agar O‘zbekistonda 100,000 ta elektromobil ro‘yxatdan o‘tsa, yillik tejamkorlik:

$$\Delta E_{park} = 69.25\ kWh \times 100{,}000 = 6{,}925{,}000\ kWh/yil = 6{,}925\ MWh/yil$$

3.4. Issiqlik yo‘qotishlari va termal boshqaruv ta'siri

Dissertatsiyada [1] modellashtirishda aniqlangan: invertor va dvigatelning 100°C dan oshgan ishlash rejimida FIK 3–7% ga pasayadi. Termal boshqaruv tizimi (suyuqlikli sovitish) joriy etilganda harorat 85–95°C oralig‘ida saqlanib, FIK 3–5% ga qo‘shimcha oshadi. Ko‘p fazali invertorlar (6 yoki 12 fazali) qo‘llanilganda energiya isrofi 10% gacha kamayadi.

3-Jadval

PWM chastotasi va FIK o‘rtasidagi bog‘liqlik (Simulink, PMSM 65 kW)

PWM chastotasi (kHz)	Kommutatsion yo‘qotish (W)	FIK inv (%)	Harorat (°C)	Umumiy tizim FIK (%)
8	320	97.8	72	90.1
10	380	97.4	78	89.8

ISSN 3030-3907

15	520	96.8	88	89.2
20	680	96.1	98	88.5
10 + termal boshqaruv	380	97.4	85	92.0

Olingan natijalar dissertatsion tadqiqotning [1] asosiy xulosasini tasdiqlaydi: massaga asoslangan PWM signal optimallash algoritmi elektromexanik tizim FIKini real yuklanish sharoitida ham optimal diapazonida ushlab turishga imkon beradi. Bu natija Tesla, BMW i3 va Lucid Air kabi yetakchi elektromobil kompaniyalarining adaptiv invertor boshqaruvi bo‘yicha e'lon qilgan ma'lumotlari bilan mos keladi.

Yuqori yuklamada ishlaydigan elektr yuk mashinalari (elektr avtobus, sanoat elektrokari) uchun bu algoritm ayniqsa muhimdir. Tosh-tosh yuk tashuvchi elektr avtobus 12–18 tonna og‘irlikda ishlaydi, yuklanish darajasi doimiy o‘zgarib turadi. Dissertatsiyada taklif etilgan [1] massaga asoslangan real vaqtli boshqaruv bu tipdagi transport uchun yillik 200–350 kWh energiya tejashni ta'minlaydi.

Mohan va boshqalar (2019) PMSM dvigaelining FIK optimallashtirish bo‘yicha olib borgan tadqiqotlarida FIK ni 2.8% ga oshirish imkoniyatini ko‘rsatdi. Dissertatsiyada [1] erishilgan 3.2% ko‘rsatkich bu natijadan ustundir, chunki massaga asoslangan dinamik boshqaruv statik optimallashtirishga nisbatan kengroq yuklanish diapazonida samarali ishlaydi.

Modellashtirish Simulink muhitida bajarilgan, real avtomobilda verifikatsiya etilmagan. Kelajak tadqiqotlarda real elektromobil prototipida testlash va natijalarni model bilan solishtirish (±5% farq maqbul deb belgilangan) zarur.

XULOSA:

1. Elektromexanik tizimning umumiy FIK ko‘rsatkichi dissertatsiyada [1] taklif etilgan massaga asoslangan PWM optimallashtirish algoritmi orqali $\Sigma\eta_1 = 0.729$ dan $\Sigma\eta_2 = 0.761$ ga, ya'ni 3.2% ga oshirildi. Bu natija differensial valdan voz kechib, ikki mustaqil motor-reduktor tizimiga o‘tish va yuklamaga mos PWM sozlash orqali erishildi.

2. Massaning 20% ga ortishi sharoitida (1200 kg → 1600 kg) standart tizimda FIK 87% gacha pasayadi. Dissertatsiyada [1] taklif etilgan algoritm bu sharoitda ham 92% li FIKni barqaror saqlaydi, bu esa sanoat miqyosidagi qo‘llanishlarda kritik ahamiyatga ega.

3. Energiya tejamkorligi hisob-kitobi ko‘rsatdiki, bitta elektromobil uchun yillik 69.25 kWh, 100,000 ta elektromobil parki uchun esa 6,925 MWh energiya tejash mumkin. Bu ko‘rsatkich O‘zbekistonda elektromobil sanoatini rivojlantirish strategik ahamiyatini ilmiy jihatdan asoslaydi.

ISSN 3030-3907

4. Termal boshqaruv tizimi bilan birgalikda (harorat 85–95°C da ushlab turish) PWM optimallashtirish FIKni 3–7% ga qo‘shimcha oshiradi. Ko‘p fazali invertorlarni qo‘llash esa energiya isrofini yana 10% ga kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Aminboyev A.Sh. "Elektromobil elektromexanik tizimini foydali ish koeffitsientini oshirish". Magistrlik dissertatsiyasi. — Andijon: ADTI, 2025. — 95 b.
2. MathWorks. Simulink Electric Vehicle Reference Application. — Natick: MathWorks Inc., 2023. [https://www.mathworks.com/help/autoblks/ug/electric-vehicle-reference-application.html]
3. Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P. Power Electronics: Converters, Applications, and Design. 3rd ed. — John Wiley & Sons, 2019. — 824 p.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-166-sonli Farmoni "Energetika sohasini isloh qilishning navbatdagi bosqichini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida". 28.09.2023.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-57-sonli Qarori "Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish to‘g‘risida". 16.02.2023.
6. Boldea I., Nasar S.A. Electric Drives. 3rd ed. — CRC Press, Taylor & Francis, 2016. — 544 p.
7. Tesla Inc. Tesla Model 3 Technical Specifications 2023. — Palo Alto: Tesla Inc., 2023.
9. Larminie J., Lowry J. Electric Vehicle Technology Explained. 2nd ed. — Wiley, 2012. — 314 p.
10. Sirojiddinova, I. M., & Aminboyev, A. S. (2023). Advantages and disadvantages of electric vehicles and hybrid electric vehicles. Am. J. Eng. Mech. Archit, 1, 130-136.
11. Sirojiddinova, I., & Aminboyev, A. (2023). NAVIGATING CHALLENGES AND SOLUTIONS IN THE ELECTRIC VEHICLE REVOLUTION. Oriental Journal of Academic and Multidisciplinary Research, 1(3), 156-160.
11. Turaev, S. A., & Aminboyev, A. S. O. (2022). Light automobile steel wheel manufacturing technology. Asian Journal of Multidimensional Research, 11(3), 25-30.