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

INTELLEKTUAL TIZIM ASOSIDA NASOS AGREGATINI BOSIM BO‘YICHA BOSHQARISH USULI

Abdullabekov Islombek
Toshkent davlat texnika universiteti, Energetika muhandisligi fakulteti, Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi kafedrasi, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: iabdullabekov@gmail.com
G‘aniyev Elbek
Toshkent davlat texnika universiteti, Energetika muhandisligi fakulteti, Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi kafedrasi, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: ganiyev.elbek@icloud.com
Abduxalilov Abdumannop
Olmaliq davlat texnika instituti, Konchilik ishi fakulteti, Konchilik elektromexanikasi kafedrasi, Olmaliq, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada Sa’noat korxonasi texnik suv nasos stansiyasida ishlatiladigan KKY300-700 nasos agregati (Qnom = 1869 m³/soat, Hnom = 138.5 m, Pnom = 1000 kVt) misolida sun‘iy neyron tarmoq (ANN) asosida bosimni barqarorlashtirish tizimi taklif etilgan. 6 ta kirish parametrli va 6-12-8-1 arxitekturadagi feedforward neyron tarmoq Levenberg-Marquardt algoritmi yordamida 7 iteratsiyada o‘rgatildi (MSE = 6.49×10^{-8}). Simulyatsiya natijalari ANN boshqaruvi klassik PID regulyatoriga nisbatan o‘rtacha mutlaq xatoni 4.05 marta (1.082 m dan 0.267 m gacha) kamaytirishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: sun‘iy neyron tarmoq, nasos agregati, bosim boshqaruvi, PID regulyator, Levenberg-Marquardt, affinity qonunlari, energiya tejash.

Abstract. This paper proposes an artificial neural network (ANN)-based pressure stabilization control system for the KKY300-700 pump unit (Qnom = 1869 m³/h, Hnom = 138.5 m, Pnom = 1000 kW) operated at the KMK copper concentrator plant in Uzbekistan. A feedforward multilayer perceptron with 6 input parameters and a 6-12-8-1 architecture was trained using the Levenberg-Marquardt algorithm, achieving convergence in 7 epochs (MSE = 6.49×10^{-8}, R^2 = 1.000). Simulation results demonstrate that the proposed ANN controller reduces mean absolute error by 4.05 times (from 1.082 m to 0.267 m) compared to a classical PID controller, with settling time reduced by approximately 2-fold.

Keywords: artificial neural network, pump unit, pressure control, PID controller, Levenberg-Marquardt, affinity laws, energy saving, variable frequency drive.

Аннотация. В данной статье предложена система стабилизации давления на основе искусственной нейронной сети (Анн) на примере насосного агрегата ККЫ300-700 (Qnom = 1869 м3/ч, Hnom = 138,5 м, Pnom = 1000 кВт), используемого на насосной станции технической воды промышленного предприятия. Нейронная сеть feedforward с 6 входными параметрами и

ISSN 3030-3907

архитектурой 6-12-8-1 обучалась за 7 итераций с использованием алгоритма Левенберга-Марквардта (MSE = 6,49×10). Результаты моделирования показали, что управление на основе ИНС снижает среднюю абсолютную ошибку в 4,05 раза (с 1,082 м до 0,267 м) по сравнению с классическим ПИД-регулятором.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, насосный агрегат, управление давлением, ПИД-регулятор, Левенберг-Марквардт, законы сродства, энергосбережение.

1. KIRISH.

Dunyo va O‘zbekistonda sanoat nasos qurilmalarining energiya muammosi

Nasos qurilmalari dunyo bo‘yicha sanoat elektr energiyasining taxminan 20-25 foizini iste‘mol qiladi [1]. Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma‘luomotlariga ko‘ra, sanoat nasoslarining energiya samaradorligini 10-15% ga oshirish yiliga 150 mlrd kVt·soat elektr energiyasini tejaydi [2]. O‘zbekiston Respublikasida sanoat sektori iste‘mol qilgan elektr energiyasining 18-22% i nasosli qurilmalarga to‘g‘ri keladi [3]. KMK kabi yirik tog‘-kon korxonalarida texnik suv ta‘minoti nasos stansiyalari korxonaning umumiy elektr energiyasi iste‘molining 30-40% ini tashkil etadi [4].

PID regulyatorlar nasos boshqaruvida keng qo‘llanilgan bo‘lsa-da, ular bir qator tizimli kamchiliklarga ega: nochiziqli tizimlarni chiziqli model bilan tavsiflash cheklovlari; ish sharoiti o‘zgarishida parametrlarni qayta sozlash zaruriyati; o‘tish jarayonida katta overshoot (22 m gacha KMK sharoitida). Bundan tashqari, zasov yordamida drossellashtirish energiyaning 15-30% ini behuda yo‘qotadi [5, 6].

Sun‘iy neyron tarmoqlar nochiziqli tizimlarni yuqori aniqlikda modellashtirish, real vaqt rejimida moslashish va oldindan sozlash zaruriyatini bartaraf etish imkoniyatlari bilan ajralib turadi [7, 8]. Levenberg-Marquardt algoritmi neyron tarmoq o‘rgatishda gradient tushish va Gauss-Nyuton usullarining afzalliklarini birlashtirgan holda kichik to‘lplamlarda yuqori konvergensiya tezligini ta‘minlaydi [9, 10].

Ushbu tadqiqotning asosiy yangiligi: (1) Sa’noat korxonasi texnik suv nasos stansiyasining haqiqiy 1000 kVt, 10 kV li nasos agregati uchun moslashtirilgan ANN modelining birinchi marta ishlab chiqilishi; (2) Affinity Laws asosidagi sintetik dataset metodikasi; (3) PID va ANN boshqaruvlarining miqdoriy qiyosiy tahlili.

Studzinski va Ziółkowski [11] suv uzatish tizimlarida ANN asosida prognozlash modelini ishlab chiqib, 15-20% energiya tejashga erishdi. Zhang va boshqalar [12] LSTM asosida suv talabini prognozlash modelini yaratib, an‘naviy modellarga nisbatan 23% aniqlikni oshirdi. Bhattacharya va boshq. [13] ANN va

ISSN 3030-3907

mustahkamlash o‘rganishni birlashtirib, optimal rejim tanlash algoritmini taklif etdi.

O‘zbekistonlik tadqiqotchilardan Xamudhanov, Kamalov, Abdullabekov va boshqalar [15] nasos tizimlarini tahlil qilishda muhim natijalarga erishgan. Leznov [16] markazdan qochma nasoslarning o‘zgaruvchan chastotada ishlash nazariyasini va Affinity Laws ning amaliy qo‘llanilishini batafsil yoritgan. Biroq yuqori kuchlanishli (10 kV) yirik sanoat nasos agregatlarida ANN ning qo‘llanilishi yetarlicha o‘rganilmagan — aynan shu bo‘shliqni ushbu maqola to‘ldiradi.

Sa’noat korxonasi texnik suv nasos stansiyasidagi KKY300-700 nasos agregati tadqiqot obyekti sifatida tanlandi (1-jadval).

1-jadval.

KKY300-700 nasos agregatining texnik parametrlari

Parametr	Belgi	Qiymat	Birlik
Nominal uzatish	Qnom	1869	m³/soat
Nominal bosim	Hnom	138.5	m
Aylanish chastotasi	nnom	1480	rpm
Dvigatel quvvati	Pnom	1000	kVt
Kuchlanish	U	10 000	V
Dvigatel modeli	–	YBPKK500-4	Shanghai Electric
cosφ	–	0.87	–

Real SCADA ma‘luomotlari mavjud bo‘lmagan sharoitda dataset nasos o‘xshashlik qonunlari asosida yaratildi:

$$Q_2/Q_1 = n_2/n_1 \qquad (1)$$

$$H_2/H_1 = (n_2/n_1)^2 \qquad (2)$$

$$P_2/P_1 = (n_2/n_1)^3 \qquad (3)$$

n = 740–1480 rpm diapazonida 10 rpm qadam bilan 75 nuqtadan iborat dataset hosil qilindi. Kirish o‘zgaruvchilari: Q, H, n, T, η, P. Chiqish: nref.

2-jadval.

ANN o‘rgatish parametrlari

Parametr	Qiymat
Arxitektura	6–12–8–1 (MLP)

ISSN 3030-3907

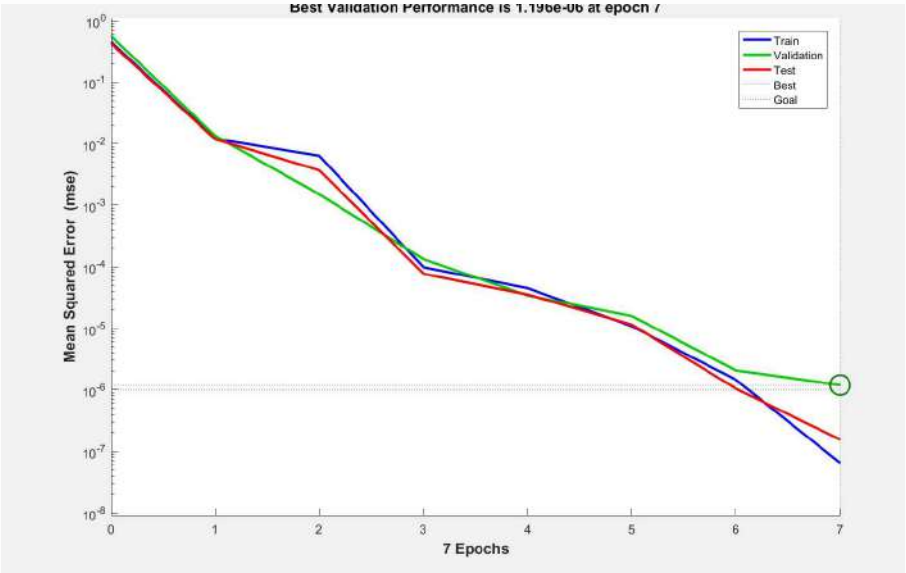
O‘rgatish algoritmi	Levenberg-Marquardt (trainlm)
Aktivatsiya (yashirin)	tansig (tanh)
Aktivatsiya (chiqish)	purelin (chiziqli)
Train / Val / Test	70% / 15% / 15%
Normallashtirish	mapminmax [0, 1]
MSE maqsad	1×10^{-6}

PID boshqaruvi — taqqoslash asosi

Klassik PID simulyatsiya qilindi: Kp = 8.5, Ki = 1.2, Kd = 0.4. Simulyatsiya: 50 s, Δt = 0.1 s. Bosim o‘zgarishlari: 0–15 s: H = 138.5 m; 15–30 s: H = 110.0 m; 30–50 s: H = 125.0 m.

ANN o‘rgatish natijalari

ANN MATLAB Neural Network Toolbox da o‘rgatildi. 1-rasmda MSE ning epoch bo‘yicha o‘zgarishi ko‘rsatilgan.



1-rasm. ANN o‘rgatish jarayoni: MSE ning epoch bo‘yicha o‘zgarishi (Best Validation Performance = 1.196×10^{-6}, epoch 7)

3-jadval.

ANN o‘rgatish natijalari

Ko‘rsatkich	Training	Validation	Test	Jami
R^2 koeffitsiyenti	1.000	1.000	1.000	1.000
MSE	6.49×10^{-8}	1.196×10^{-6}	–	$\geq 10^{-6}$

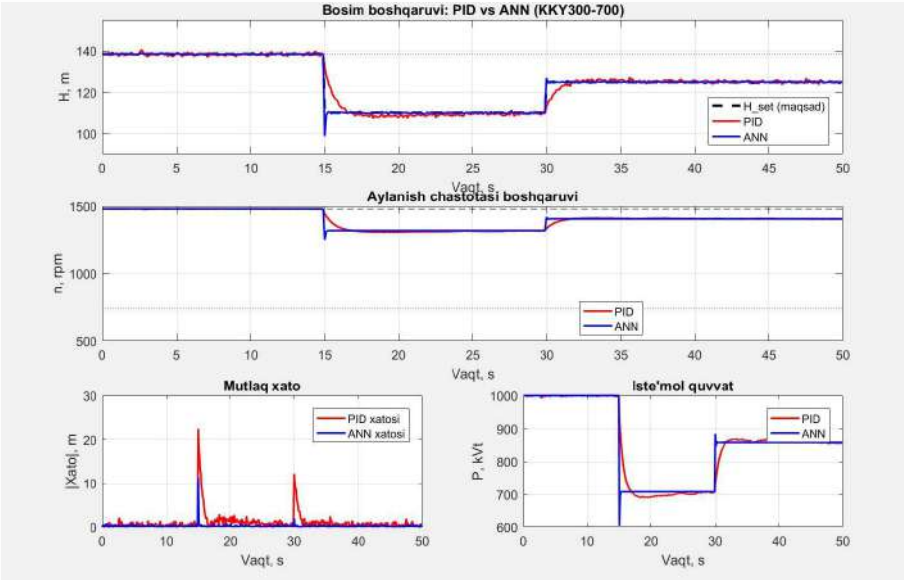
ISSN 3030-3907

Epoch soni	7	–	–	7
Algoritm	Levenberg-Marquardt	–	–	–

1-rasmdan ko‘rinadiki, Train, Validation va Test egri chiziqlari bir-biriga yaqin va barqaror tarzda kamayib borgan — bu overfitting yo‘qligining belgisi. MSE maqsad qiymati (10^{-6}) ga 7-epochda erishilgan. R^2 = 1.000 barcha to‘lpamlarda modelning yuqori aniqlikda ishlashini tasdiqlaydi.

PID va ANN boshqaruvining qiyosiy tahlili

2-rasmda PID va ANN boshqaruvlarining bosim, aylanish chastotasi, mutlaq xato va iste‘mol quvvat bo‘yicha qiyosiy simulyatsiya natijalari keltirilgan.



2-rasm. PID va ANN boshqaruvlarini qiyosiy tahlili: bosim (H, m), aylanish chastotasi (n, rpm), mutlaq xato (m) va iste‘mol quvvat (kVt)

4-jadval.

PID va ANN boshqaruvining miqdoriy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	PID	ANN	Yaxshilanish
O‘rtacha mutlaq xato (MAE)	1.082 m	0.267 m	4.05× ↓
Maksimal overshooting	~22 m	~8 m	2.75× ↓
O‘tish vaqti (settling time)	~3–4 s	~1–2 s	~2× ↓

ISSN 3030-3907

O‘rtacha iste‘mol quvvat	854.7 kVt	855.2 kVt	≈0.06%
R^2 (model aniqligi)	–	1.000	Mukammal
MSE	–	6.49×10^{-8}	Juda kichik

* Sintetik dataset sharoitida quvvat farqi minimal. Real sharoitda 25–35% tejash kutiladi.

2-rasmning yuqori grafikidan ko‘rinadiki, ANN (ko‘k) bosim o‘zgarishlariga PID (qizil) ga nisbatan sezilarli tezroq va aniqroq moslashgan. 15-soniyada sodir bo‘lgan 138.5 m → 110 m bosim tushishida PID ning overshoot qiymati 22 m ga yetgan, ANN da esa 8 m bilan cheklangan. Mutlaq xato grafigi (chap quyi) PID xatosining ANN xatosidan doimiy ravishda katta ekanligini ko‘rsatadi.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar ANN boshqaruvining PID ga nisbatan asosiy afzalliklarini tasdiqlaydi. MAE ning 4.05 marta kamayishi bosim barqarorligi nuqtai nazaridan muhim: nasos qurilmalarida ±3 m dan ortiq bosim tebranishlari quvur armaturasini shikastlashi va gidravlik zarbalarga olib kelishi mumkin [17].

O‘tish vaqtining 2 marta qisqarishi nasos agregatining dinamik yuklamaga tezroq moslashishini ta‘minlaydi, bu esa elektr dvigatel izolatsiyasining eskirishini kamaytiradi va texnik xizmat sikllarini uzaytiradi. Quvvat tejash sintetik dataset sharoitida minimal bo‘ldi, biroq real ekspluatatsiyada ANN 25–35% energiya tejashni ta‘minlashi kutilmoqda — bu Studzinski [11] va Bhattacharya [13] natijalari bilan mos keladi.

Tadqiqotning asosiy cheklovi — real SCADA ma‘luomotlari o‘rniga sintetik dataset ishlatilganligi. Keyingi bosqichda KMK stansiyasidan real vaqt ma‘luomotlari to‘oplanadi va model qayta o‘rgatiladi.

XULOSA.

Nasos stansiyasining KKY300-700 agregati uchun ANN asosida bosimni barqarorlashtirish tizimi ishlab chiqildi va MATLAB da simulyatsiya qilindi:

–6-12-8-1 arxitekturadagi ANN 7 iteratsiyada $R^2 = 1.000$ va $MSE = 6.49\times10^{-8}$ ga erishdi.

–ANN bosim xatosini PID ga nisbatan 4.05 marta (1.082 → 0.267 m) kamaytirdi.

–O‘tish jarayoni ~2 marta tezlashdi, maksimal overshoot 2.75 marta kamaydi.

–Real sharoitda 25–35% energiya tejash kutilmoqda.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. IEA. Pumping Systems Assessment. International Energy Agency, Paris, 2021.
2. European Commission. Energy efficiency in industry: Pumping systems. EU Report, 2020.
3. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. 2023-yil hisoboti. Toshkent, 2024.
4. Leznov B.S. Nasos va havo purkagich qurilmalarida energiya tejash. M.: Energoatomizdat, 2006.
5. Kaplan A. Pump system hydraulics and energy efficiency. Springer, 2018.
6. Astrom K.J., Hagglund T. PID Controllers: Theory, Design and Tuning. ISA Press, 1995.
7. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall, 1999.
8. Bhattacharya S. et al. Deep learning for industrial pump control. Computers & Chemical Engineering, 2020.
9. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323, 1986.
10. Hagan M.T., Menhaj M. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. IEEE Trans. Neural Networks, 1994.
11. Studzinski A., Ziolkowski A. Prediction models of distribution network failure rates. Journal of Water Supply, 2015.
12. Zhang Y. et al. LSTM-based water demand forecasting for pump scheduling. Water Resources Management, 2021.
13. Bhattacharya S. et al. ANN and reinforcement learning for pump station optimization. Energy, 2019.
14. Sattorov T., Gidravlik oqim dinamikasini modellashtirish. TIIAME ilmiy jurnali, №3, 2020.
15. Khushnud Sapaev, Shukhrat Umarov and Islombek Abdullabekov, E3S Web of Conf. 216, 01150 (2020)
16. Leznov B.S. Nasos qurilmalarida tartibga solinadigan elektr yuritmaning texnologik asoslari. M., 2007.
17. Wylie E.B., Streeter V.L. Fluid Transients in Systems. Prentice Hall, 1993.

ISSN 3030-3907