ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -12

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 12

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

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISHDA NEYRON TARMOQLARNI O‘QITISH QOIDALARINI QO‘LLASH

Sabirov Ulugbek Kuchkarovich
Andijon davlat texnika instituti, “Intellektual boshqaruv va robototexnika” kafedrasi professori i.f.n.
E-mail: uqsabirovasu1951@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda sun’iy neyron tarmoqlarni o‘qitish qoidalarining qo‘llanilishi o‘rganilgan. Neyron tarmoqlarning asosiy o‘qitish algoritmlari — gradient tushish, xatolikni minimallashtirish, Hebb o‘qitish qoidasi hamda backpropagation algoritmi tahlil qilindi. Tadqiqotda texnologik jarayonlarni boshqarish misolida neyron tarmoqlarning ishlash prinsipi va ularni o‘qitish jarayoni ko‘rib chiqildi. Shuningdek, sanoat jarayonlarini modellashtirish va optimallashtirishda neyron tarmoqlarning samaradorligi ilmiy manbalar asosida baholandi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, neyron tarmoqlar murakkab va nochiziqli texnologik tizimlarni modellashtirish va boshqarishda samarali vosita hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: neyron tarmoq, texnologik jarayon, avtomatlashtirish, mashinaviy o‘rganish, backpropagation, adaptiv boshqaruv.

Аннотация. В данной статье исследуется применение правил обучения искусственных нейронных сетей при автоматизации технологических процессов. Проанализированы основные алгоритмы обучения нейронных сетей — градиентный спуск, минимизация ошибки, правило обучения Хебба и алгоритм обратного распространения ошибки (backpropagation). В исследовании на примере управления технологическими процессами рассмотрены принцип работы нейронных сетей и процесс их обучения. Кроме того, на основе научных источников оценена эффективность нейронных сетей при моделировании и оптимизации промышленных процессов. Результаты исследования показывают, что нейронные сети являются эффективным инструментом для моделирования и управления сложными и нелинейными технологическими системами.

Ключевые слова: нейронная сеть, технологический процесс, автоматизация, машинное обучение, backpropagation, адаптивное управление.

Abstract. This article examines the application of artificial neural network training rules in the automation of technological processes. The main neural network training algorithms — gradient descent, error minimization, the Hebbian learning rule, and the backpropagation algorithm — are analyzed. The study considers the operating principles of neural networks and their training process using the example of technological process control. In addition, the effectiveness

of neural networks in modeling and optimizing industrial processes is evaluated based on scientific sources. The research results show that neural networks are an effective tool for modeling and controlling complex and nonlinear technological systems.

Keywords: neural network, technological process, automation, machine learning, backpropagation, adaptive control.

KIRISH.

Sanoat jarayonlarini avtomatlashtirish zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Murakkab texnologik jarayonlarni boshqarishda an'anaviy matematik modellar ko'pincha yetarli aniqlikni ta'minlay olmaydi. Buning asosiy sababi ko'plab texnologik tizimlarning nochiziqli, ko'p parametrli va dinamik xarakterga ega bo'lishidir.

So'nggi yillarda ushbu muammolarni hal qilish uchun sun'iy neyron tarmoqlar (Artificial Neural Networks – ANN) keng qo'llanilmoqda. Neyron tarmoqlar katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, yashirin bog'lanishlarni aniqlash hamda jarayon parametrlarini optimallashtirish imkonini beradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ko'p qatlamli neyron tarmoqlar yetarli miqdordagi neyronlar mavjud bo'lganda istalgan murakkab funksiyani yaqinlashtira oladi [1].

Sanoat avtomatlashtirishida neyron tarmoqlar quyidagi vazifalarni bajarishda qo'llaniladi:

- texnologik jarayonlarni modellashtirish;
- jarayon parametrlarini bashorat qilish;
- avariya holatlarini aniqlash;
- adaptiv boshqaruvni amalga oshirish.

Ilmiy tadqiqotlar neyron tarmoqlar kimyo sanoati, energetika, metallurgiya va ishlab chiqarish tizimlarida jarayonlarni identifikatsiya qilish hamda optimal boshqarishda samarali qo'llanilayotganini ko'rsatadi [2].

Ushbu maqolaning maqsadi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda neyron tarmoqlarni o'qitish qoidalarini tahlil qilish hamda ularning amaliy samaradorligini baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR.

1. Neyron tarmoq modeli. Ko'p qatlamli perceptron (MLP) modeli quyidagi qatlamlardan tashkil topadi:

- kirish qatlam;
- yashirin qatlamlar;
- chiqish qatlam.

Neyronning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega:

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i + b).$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda:

- x_i — kirish signallari;
- w_i — og‘irlik koeffitsiyentlari;
- b — siljitish parametri;
- $f(\cdot)$ — aktivatsiya funksiyasi.

Ushbu model yordamida kirish signallari chiziqli kombinatsiya orqali qayta ishlanadi va aktivatsiya funksiyasi orqali chiqish qiymati hosil qilinadi.

2. Neyron tarmoqlarni o‘qitish algoritmlari.

2.1. Xatolikni minimallashtirish qoidasi. Neyron tarmoq chiqishi bilan kerakli chiqish o‘rtasidagi farq xatolik funksiyasi orqali baholanadi:

$$E = \frac{1}{2}(y_d - y)^2.$$

Bu yerda:

- E — xatolik funksiyasi;
- y_d — kerakli chiqish;
- y — model chiqishi.

Algoritm bosqichlari:

- kirish ma’lumotlari tarmoqqa uzatiladi;
- chiqish qiymati hisoblanadi;
- kerakli qiymat bilan solishtiriladi;
- xatolik aniqlanadi;
- og‘irlik koeffitsiyentlari yangilanadi.

Masalan, kimyoviy reaktorda kerakli harorat 500°C, modelning chiqishi 480°C bo‘lsa, tizim og‘irliklarni shunday yangilaydiki, keyingi iteratsiyada chiqish qiymati kerakli qiymatga yaqinlashadi.

2.2. Gradientli tushish algoritmi. Gradientli tushish algoritmi xatolik funksiyasining gradienti bo‘yicha og‘irliklarni yangilaydi:

$$w_{new} = w_{old} - \eta\frac{\partial E}{\partial w}.$$

Bu yerda:

- w — og‘irlik koeffitsiyenti;
- η — o‘qitish tezligi;
- $\frac{\partial E}{\partial w}$ — xatolik gradienti.

Ushbu algoritm quyidagi bosqichlarda ishlaydi:

- forward propagation;
- xatolikni hisoblash;
- gradientni aniqlash;
- og‘irliklarni yangilash.

ISSN 3030-3907

Masalan, issiqlik almashinuv apparatida bug‘ sarfi, suv harorati va bosim kabi parametrlar asosida chiqish haroratini bashorat qilish mumkin.

2.3. Hebb o‘qitish qoidasi. Hebb qoidasi biologik neyronlarning ishlash prinsipi asosida ishlab chiqilgan. Ushbu qoidaga ko‘ra, agar ikki neyron bir vaqtda faollashsa, ular orasidagi bog‘lanish kuchayadi.

$$\Delta w_{ij} = \eta x_i y_j.$$

Bu yerda:

- x_i — kirish signali;
- y_j — chiqish signali;
- η — o‘rganish koeffitsiyenti.

Masalan, elektr dvigatel monitoring tizimida tok, vibratsiya va harorat sensorlari orqali nosozlik belgilarini aniqlash mumkin.

2.4. Raqobatli o‘qitish algoritmi. Raqobatli o‘qitish algoritmi klasterlash masalalarida qo‘llaniladi. Ushbu usulda kirish signaliga eng yaqin neyron g‘olib bo‘ladi va faqat shu neyron o‘rganadi.

Algoritm bosqichlari:

- kirish vektori beriladi;
- neyronlar orasidagi masofa hisoblanadi;
- eng yaqin neyron aniqlanadi;
- og‘irliklar yangilanadi.

Masalan, gaz turbinalarida ishlash rejimlarini avtomatik klassifikatsiya qilishda qo‘llanilishi mumkin.

2.5. Backpropagation algoritmi. Backpropagation ko‘p qatlamli neyron tarmoqlarni o‘qitishda eng keng tarqalgan algoritm hisoblanadi.

Algoritm bosqichlari:

- forward propagation;
- xatolikni hisoblash;
- xatolik gradientini orqaga uzatish;
- og‘irliklarni yangilash.

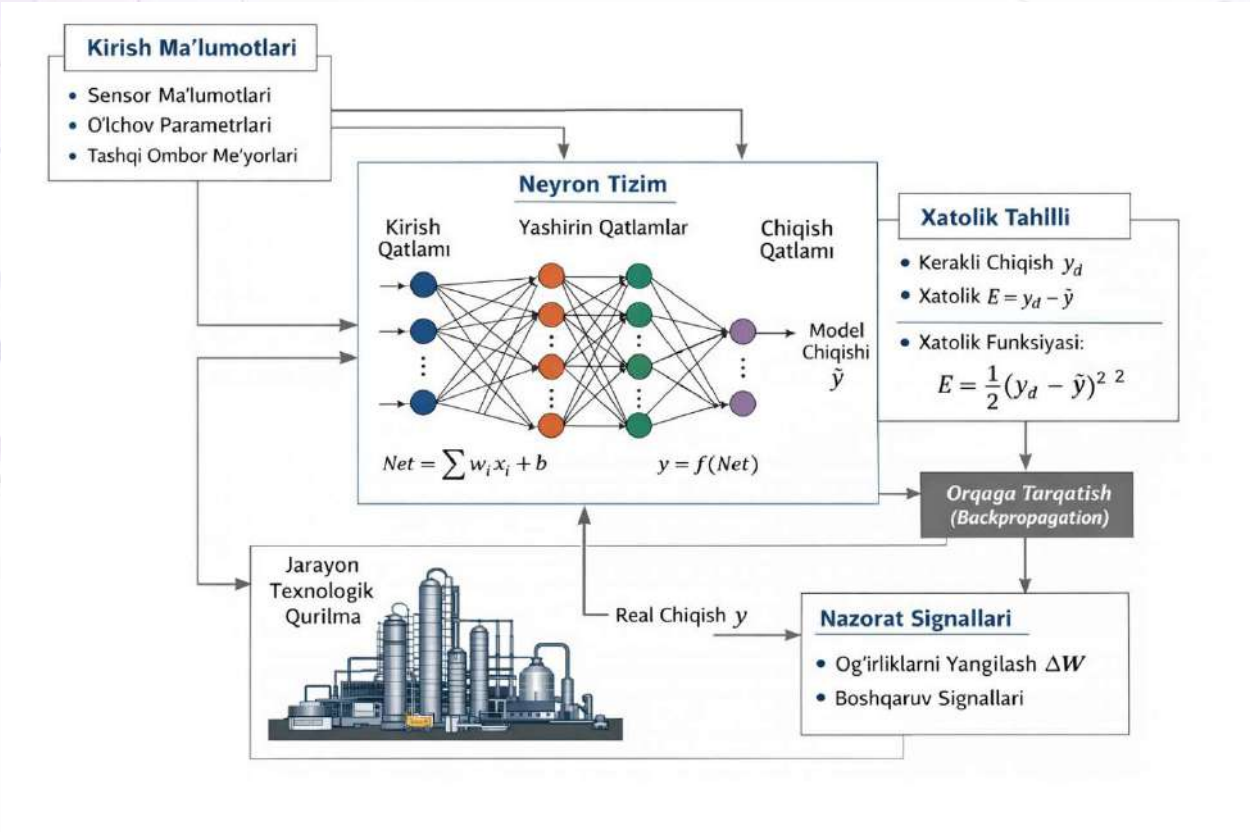
Ushbu algoritm gradient tushish usuliga asoslangan bo‘lib, murakkab ko‘p qatlamli tarmoqlarni samarali o‘qitish imkonini beradi [3].

3. Texnologik jarayonlar uchun umumiy o‘qitish sxemasi (1-rasm). Sanoat ishlab chiqarishini avtomatlashtirishida neyron tarmoq asosidagi boshqaruv tizimi quyidagi ketma-ket bosqichlarda ishlaydi:

- sensorlardan ma’lumot yig‘ish;
- ma’lumotlarni oldindan qayta ishlash;
- neyron tarmoq orqali parametrlarni bashorat qilish;
- xatolikni hisoblash;

ISSN 3030-3907

•model parametrlarini yangilash;
•optimal boshqaruv signalini hosil qilish.



1-rasm. Texnologik jarayonlar uchun umumiy o‘qitish sxemasi.

Mazkur sxema texnologik jarayonni yopiq konturli adaptiv boshqaruv tizimi sifatida tashkil etishga imkon beradi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar asosida neyron tarmoq jarayon parametrlarini bashorat qiladi. Agar bashorat natijasi bilan kerakli qiymat o‘rtasida farq aniqlansa, tizim og‘irlik koeffitsiyentlarini yangilaydi va boshqaruv signallarini optimallashtiradi. Natijada energiya sarfi kamayadi, mahsulot sifati oshadi va jarayon barqarorligi ta’minlanadi.

NATIJALAR.

O‘tkazilgan tadqiqotlar quyidagi natijalarni ko‘rsatdi:

1. Neyron tarmoqlar murakkab texnologik jarayonlarni yuqori aniqlik bilan modellashtira oladi.

2. Gradientli tushish algoritmi model parametrlarini samarali optimallashtiradi.

3. Backpropagation algoritmi ko‘p qatlamli tarmoqlarni o‘qitishda yuqori samaradorlikka ega.

Ba’zi tadqiqotlarda sanoat jarayonlarida neyron tarmoqlar yordamida bashorat xatoligi 11 % dan 2 % gacha kamaygani qayd etilgan [4].

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, neyron tarmoqlar sanoat jarayonlarini boshqarishda katta imkoniyatlarga ega. Masalan:

- neyron tarmoqlar model predictive control tizimlarida qo‘llanilishi mumkin [5];
- kimyoviy reaktorlarni boshqarishda neyron tarmoq asosidagi MPC samarali natija beradi [6];
- energetika tizimlarida barqarorlikni boshqarishda ham keng qo‘llaniladi [7].

Shunga qaramay, ayrim tadqiqotlar neyron tarmoqlarning sanoat jarayonlarida qo‘llanishi ba’zi cheklovlarga ega ekanligini ham ko‘rsatadi. Masalan, ayrim holatlarda klassik holat-fazo modellarining bashorat aniqligi yuqoriroq bo‘lishi mumkin [8]. Bundan tashqari, sanoat tizimlari uchun neyron tarmoqlarning ishonchlilik mezonlarini ishlab chiqish ham dolzarb masalalardan biridir [9].

XULOSA. Tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarni ko‘rsatadi:

1. Neyron tarmoqlar murakkab texnologik jarayonlarni modellashtirishda samarali vosita hisoblanadi.
2. Backpropagation algoritmi sanoat boshqaruv tizimlarida eng keng qo‘llaniladigan o‘qitish usuli hisoblanadi.
3. Neyron tarmoqlar yordamida jarayon parametrlarini bashorat qilish aniqligi sezilarli darajada oshadi.
4. Kelajakda sanoat avtomatlashtirishida sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarining roli yanada ortadi.

ADABIYOTLAR

1. Hornik K., Stinchcombe M., White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators. Neural Networks, 1989. https://doi.org/10.1016/0893-6080(89)90020-8 (ScienceDirect)
2. Willis M., Montague G. Artificial neural networks in process estimation and control. Automatica, 1997. https://doi.org/10.1016/S0005-1098(96)00154-9
3. Rumelhart D., Hinton G., Williams R. Learning representations by back-propagating errors. Nature, 1986. https://doi.org/10.1038/323533a0
4. Lawrence N. Machine learning for industrial sensing and control. ScienceDirect. https://www.sciencedirect.com
5. González C. Neural networks for fast optimization in model predictive control. arXiv. https://arxiv.org/abs/2003.04216
6. Kiš K. Neural network based MPC for chemical reactor control. arXiv. https://arxiv.org/abs/2103.01542
7. Yousefian R. Neural network approaches for stability control in energy systems. arXiv. https://arxiv.org/abs/2104.03054

ISSN 3030-3907

8. Vyatkin V. Intelligent automation systems in industry. MDPI. https://www.mdpi.com
9. Emmanouilides C. Neural network control of industrial processes. Springer. https://link.springer.com

ISSN 3030-3907