

NEYRON TARMOQ MODELLARI ASOSIDA TEKNOLOGIK JARAYONLARNI ADAPTIV BOSHQARISH ANIQLIGI VA BARQARORLIGINI OSHIRISH

O'roqova Shahzoda Tojimurodovna

Temiz shahar 20- sonli maktab

shahzodatojimurodovna@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisdanochiziqli va vaqt bo'yicha o'zgaruvchan texnologik obyektlarni boshqarishda neyron tarmoq modellarini qo'llash imkoniyatlari tahlil qilinadi. Jarayon holatini baholash, model xatosini onlayn tuzatish va boshqaruv signalini cheklovlar asosida shakllantirishni birlashtiruvchi adaptiv yondashuv tavsiflanadi. Neyron tarmoqning prognozlash qobiliyati boshqarish barqarorligini avtomatik kafolatlamasligi ko'rsatiladi; shu bois himoya cheklovlari va nazorat mezonlarini joriy etish zarurligi asoslanadi.

Kalit so'zlar: neyron tarmoq, adaptiv boshqaruv, texnologik jarayon, nochiziqli model, identifikatsiya, barqarorlik, prognozli boshqaruv.

Аннотация. В тезисе рассматриваются возможности применения нейросетевых моделей для управления нелинейными технологическими объектами с изменяющимися параметрами. Описан адаптивный подход, объединяющий оценивание состояния процесса, оперативную коррекцию ошибки модели и формирование управляющего воздействия с учётом ограничений. Показано, что высокая точность нейросетевого прогноза сама по себе не гарантирует устойчивости замкнутой системы; необходимы защитные ограничения и критерии мониторинга.

Ключевые слова: нейронная сеть, адаптивное управление, технологический процесс, нелинейная модель, идентификация, устойчивость, предиктивное управление.

Abstract. This thesis examines the use of neural-network models for controlling nonlinear industrial processes with time-varying parameters. An adaptive framework combining process-state estimation, online correction of model mismatch, and constrained control-action selection is outlined. Predictive accuracy alone is shown to

be insufficient to guarantee closed-loop stability; supervisory constraints and monitoring criteria are therefore essential.

Keywords: neural network, adaptive control, technological process, nonlinear model, system identification, stability, predictive control.

KIRISH

Sanoatdagi issiqlik, kimyoviy va mexanik jarayonlar ko'pincha murakkab nochiziqlilik, inersiya, transport kechikishi hamda o'zgaruvchan yuklamalar bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitlarda bir marta sozlangan klassik regulyator barcha ish rejimlarida bir xil sifat ko'rsatkichlarini ta'minlay olmaydi. Ayniqsa, texnologik xomashyo tarkibi yoki tashqi muhit sharoiti o'zgarganda statik modelning prognozlash xatosi ortadi. Shu sababli jarayonning joriy ma'lumotlariga moslasha oladigan identifikatsiya va boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish amaliy ahamiyat kasb etadi.

Narendra va Parthasarathy (1990) neyron tarmoqlardan dinamik tizimlarni identifikatsiyalash va boshqarishda foydalanishning nazariy imkoniyatlarini ko'rsatgan. Hunt va hammualliflar (1992) esa neyron boshqaruv tuzilmalarining afzalliklari bilan bir qatorda ularning amaliy tatbiqidagi muammolarni tizimlashtirgan. Mazkur tezisning maqsadi texnologik jarayonlar uchun neyron modelga asoslangan adaptiv boshqaruvning konseptual algoritmini ishlab chiqish va uni aniqlik, hisoblash tezkorligi hamda barqarorlik nuqtayi nazaridan tahlil qilishdir.

ASOSIY QISM

Adaptiv boshqaruv tizimida texnologik obyektning diskret vaqtli dinamikasi $x(k+1)=f(x(k),u(k),d(k))$ ko'rinishida ifodalanadi. Bu yerda $x(k)$ — tizim holatlari, $u(k)$ — boshqaruv ta'siri, $d(k)$ — o'lchanadigan yoki baholanadigan tashqi bezovtaliklar, f esa oldindan to'liq ma'lum bo'lmagan nochiziqli bog'lanishdir. Neyron tarmoq yordamida f funksiyasining taxminiy ifodasi $\hat{f}\theta$ olinadi; θ tarmoqning o'rgatiladigan parametrlarini anglatadi. Prognozlash xatosi $e(k)=x(k+1)-\hat{f}\theta(x(k),u(k),d(k))$ orqali baholanadi.

Taklif qilinayotgan konseptual algoritim uchta o'zaro bog'liq konturga tayanadi. Birinchi kontur sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni tekshiradi, shovqinni kamaytiradi va o'lchovlarning ishonchliligini baholaydi. Ikkinchi kontur oldingi kuzatuvlar asosida neyron model parametrlarini yangilab, yangi ish rejimlariga moslashadi. Uchinchi kontur esa modelning qisqa muddatli bashoratlaridan foydalanib, belgilangan harorat, bosim, tezlik yoki konsentratsiya ko'rsatkichlariga erishishga qaratilgan boshqaruv ta'sirini tanlaydi.

Boshqaruv masalasi shartli ravishda $J = \sum_{i=1}^N [q \| y(k+i) - r(k+i) \|^2 + \lambda \|\Delta u(k+i-1)\|^2]$ funksionalini minimallashtirish orqali ifodalanishi mumkin. Bu yerda y — boshqariladigan chiqish, r — talab etilgan qiymat, Δu — boshqaruv signali o'zgarishi, N — bashorat ufqi, q va λ esa mos ravishda kuzatish aniqligi va boshqaruv silliqqligini belgilovchi musbat koeffitsiyentlardir. Minimallashtirishda $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$ kabi fizik chegaralar ham hisobga olinadi. Formulaning ushbu ko'rinishi uslubiy model bo'lib, aniq qurilma uchun mezonlar va cheklovlar alohida aniqlanadi.

Neyron modelni onlayn yangilash jarayonining asosiy xavfi — kam sonli yoki shovqinli ma'lumotlarga haddan tashqari moslashishdir. Buning oldini olish uchun o'qitish tezligini cheklash, tekshirish ma'lumotlarini ajratish, parametrlar o'zgarishining maksimal qadamini belgilash va tizim aniqligi yomonlashganda avvalgi barqaror regulyatorga qaytish mexanizmlaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Klassik adaptiv boshqaruv nazariyasida parametrlarning chegaralanganligi va yopiq kontur barqarorligini tekshirish asosiy talab sanaladi (Åström & Wittenmark, 1995).

Hisoblash samaradorligini oshirish uchun neyron tarmoq arxitekturasini jarayon dinamikasiga mos soddalashtirish, keraksiz kirish belgilarini kamaytirish va optimallashtirish masalasini har bir diskretlash qadamida qat'iy vaqt chegarasida yechish zarur. Masalan, tezkor konturda yengil prognoz modeli, sekinroq nazorat konturida esa murakkabroq qayta o'qitish moduli ishlatilishi mumkin. Bunday ikki vaqt masshtabli yondashuv hisoblash yukini boshqaruv tizimining real vaqt talablariga moslashtirishga xizmat qiladi.

Algoritmni sinashda faqat o'rtacha prognozlash xatosiga tayanish yetarli emas. Sifat mezonlari sifatida integral absolyut xatolik (IAE), sozlanish vaqti, oshib ketish miqdori, cheklov buzilishlari soni, bitta siklni hisoblash vaqti hamda model yangilanishidan keyingi barqarorlik tekshirilishi lozim. Tajriba rejasi bazaviy PID-regulyator, neyron modelsiz adaptiv yondashuv va neyron model bilan adaptiv boshqaruvni bir xil bezovtalik ssenariylarida qiyoslashni nazarda tutishi mumkin. Mazkur tezis doirasida amaliy sinov o'tkazilmaganligi sababli sonli ustunlik ko'rsatkichlari keltirilmaydi.

XULOSA

Neyron tarmoq asosidagi adaptiv boshqaruv modellaridan foydalanish parametrlar o'zgaruvchan va noxiziqli texnologik jarayonlarning holatini aniqroq baholash hamda boshqaruv ta'sirini ish rejimiga mos ravishda yangilash imkoniyatini yaratadi. Biroq bunday tizimning amaliy samaradorligi faqat modelning o'rganish qobiliyatiga emas, balki ma'lumotlar sifati, real vaqt hisoblash cheklovlari, ijro mexanizmlarining fizik chegaralari va yopiq kontur barqarorligiga bog'liq. Shu bois nazorat ostidagi onlayn

moslashuv, cheklovli boshqaruv va xavfsiz zaxira regulyatorini uyg'unlashtirish istiqbolli metodik yechim hisoblanadi. Keyingi izlanishlarda mazkur algoritmnı aniq texnologik obyektning o'lchov ma'lumotlari asosida tekshirish, uning aniqlik va resurs sarfi bo'yicha ustunligini eksperimental ravishda baholash talab etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Åström, K. J., & Wittenmark, B. (1995). Adaptive control (2nd ed.). Addison-Wesley.
2. Narendra, K. S., & Parthasarathy, K. (1990). Identification and control of dynamical systems using neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 1(1), 4–27. <https://doi.org/10.1109/72.80202>
3. Hunt, K. J., Sbarbaro, D., Żbikowski, R., & Gawthrop, P. J. (1992). Neural networks for control systems—A survey. *Automatica*, 28(6), 1083–1112. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(92\)90053-I](https://doi.org/10.1016/0005-1098(92)90053-I)
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.