

СОВУТКИЧЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛ БОШҚАРИШ  
ТИЗИМЛАРИ

INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS IN REFRIGERATOR  
MANUFACTURING

**Majidov Farrux Farhod o'g'li,**

*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Magistrant  
Master's Student at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov*

*Email: [Farruhm6@gmail.com](mailto:Farruhm6@gmail.com)*

**ANNOTATSIYA**

Ushbu maqolada sovutkichlar ishlab chiqarish jarayonlarini intellektual boshqarishning nazariy asoslari va zamonaviy modellashtirish usullari tahlil qilinadi. Ishlab chiqarish jarayoni murakkab dinamik tizim sifatida qaralib, texnologik parametrlar (harorat, bosim va elektr ko'rsatkichlari)ni nazorat qilishda tizim identifikatsiyasi va zamonaviy modellarning qo'llanilishi asoslanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, intellektual boshqaruv tizimlari an'anaviy usullarga nisbatan ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi.

**ABSTRACT**

This article analyzes the theoretical foundations and modern modeling methods of intelligent control in refrigerator manufacturing processes. The production process is considered as a complex dynamic system, and the application of system identification and modern models for monitoring technological parameters (temperature, pressure, and electrical indicators) is substantiated. The research results show that intelligent control systems improve production efficiency and product quality compared to traditional approaches.

**Kalit so'zlar:** sovutkich ishlab chiqarish, intellektual boshqaruv tizimi, modellashtirish, tizimni identifikatsiya qilish, avtomatik boshqaruv, SCADA, IoT

**Keywords:** refrigerator manufacturing, intelligent control systems, modeling, system identification, automatic control, SCADA, IoT

**KIRISH**

So'nggi yillarda sanoatda raqamlashtirish jarayonlarining jadallashuvi, resurslardan samarali foydalanish zarurati va mahsulot sifatiga bo'lgan talabning ortishi ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni joriy etishni talab qilmoqda. Sovutkichlar ishlab chiqarish sohasida intellektual boshqaruv tizimlari ushbu muammolarga samarali yechim bo'lib xizmat qiladi.

Ishlab chiqarish jarayoni murakkab va ko'p bosqichli dinamik tizim hisoblanadi, bunda texnologik parametrlar (harorat, bosim, elektr ko'rsatkichlari) tashqi va ichki omillar ta'sirida doimiy o'zgarib turadi. Shu sababli an'anaviy nazorat usullari ko'p hollarda yetarli darajada samaradorlikni ta'minlay olmaydi.

Natijada ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va boshqarish imkonini beruvchi intellektual tizimlardan foydalanish dolzarb masalaga aylanmoqda.

## METODIKA

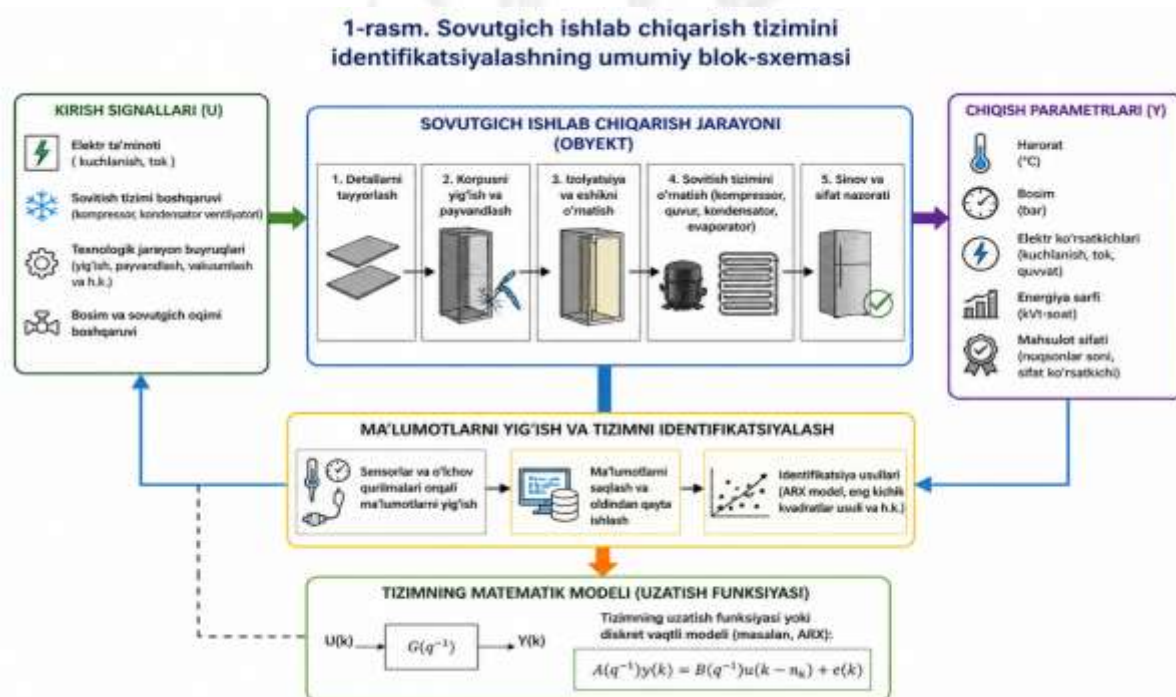
### Sovutkich ishlab chiqarish jarayonining matematik modeli

Sovutkich ishlab chiqarish tizimini modellashtirish kirish-chiqish (input-output) printsipli asosida amalga oshiriladi. Ishlab chiqarish jarayonida qo'llaniladigan asosiy texnologik ta'sirlar, jumladan elektr ta'minoti, sovitish tizimi, mexanik ishlov berish va yig'ish jarayonlari kirish signallari sifatida qaraladi.

Chiqish parametrlari sifatida esa mahsulot sifati ko'rsatkichlari, energiya sarfi, harorat rejimi va ishlab chiqarish samaradorligi olinadi. Ushbu parametrlar o'zaro bog'liq bo'lib, ular ishlab chiqarish jarayonining umumiy holatini ifodalaydi.

Tizimni aniq modellashtirish uchun zamonaviy identifikatsiya usullari, jumladan ARX modellari va statistik tahlil metodlari qo'llaniladi. Bu usullar yordamida ishlab chiqarish jarayonining matematik modeli quriladi va boshqaruv tizimining optimal parametrlari aniqlanadi.

Natijada, ishlab chiqilgan model asosida jarayonlarni real vaqt rejimida monitoring qilish va samarali boshqarish imkoniyati yaratiladi.



1-rasm. Sovutkich ishlab chiqarish tizimini identifikatsiyalashning umumiy blok-sxemasi

Ushbu blok-sxema sovutkich ishlab chiqarish jarayonini boshqarish va tahlil qilishning umumiy prinsipini ko'rsatadi. Kirish signallari orqali tizim boshqariladi, chiqish parametrlari esa sensorlar yordamida o'lchanadi. Ushbu ma'lumotlar asosida tizim identifikatsiya qilinadi va uning matematik modeli aniqlanadi. Natijada ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va avtomatik boshqarish imkoniyati yaratiladi.

**Tizimning natijaviy matematik modeli quyidagicha:**

Sovutkich ishlab chiqarish jarayoni diskret vaqtli tizim sifatida quyidagi ARX modeli orqali ifodalanadi:

$$A(q^{-1})y(k) = B(q^{-1})u(k - n_k) + e(k)$$

Bu yerda:

- $y(k)$  — chiqish parametri (harorat, bosim, sifat ko'rsatkichi)
- $u(k)$  — kirish signali (boshqaruv ta'siri)
- $e(k)$  — tasodifiy xatolik (shovqin)
- $q^{-1}$  — kechikish operatori
- $n_k$  — kechikish darajasi

Ko'phadlar quyidagicha yoziladi:

$$A(q^{-1}) = 1 + a_1q^{-1} + a_2q^{-2} + \dots + a_nq^{-n}$$

$$B(q^{-1}) = b_1 + b_2q^{-1} + \dots + b_mq^{-m}$$

**Uzatish funksiyasi (Transfer Function)**

Tizimning uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishda aniqlanadi:

$$G(q^{-1}) = \frac{Y(q^{-1})}{U(q^{-1})} = \frac{B(q^{-1})}{A(q^{-1})}$$

2-rasm. Sovutkich ishlab chiqarishda boshqaruv usullarining samaradorlik ko'rsatkichlari



**NATIJARLAR:** Natijalar shuni ko'rsatadiki, aqlli (intellektual) boshqaruv tizimlarini sovutkich ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llash texnologik parametrlarni boshqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.



## 2-rasm. Sovutkich ishlab chiqarish jarayonida prediktiv boshqaruv tizimining samaradorlikka ta'siri

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki:

- texnologik parametrlarning normadan og'ishini oldindan aniqlash imkoniyati yaratiladi;
- ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi oshadi;
- nuqsonlarni erta aniqlash orqali brak miqdori kamayadi;
- energiya va resurslardan foydalanish samaradorligi oshadi.

### MUHOKAMA:

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, an'anaviy boshqaruv tizimlari sovutkich ishlab chiqarish jarayonlarida yuzaga keladigan o'zgaruvchan sharoitlarga (yuklama o'zgarishi, atrof-muhit harorati, energiya tebranishlari) to'liq moslasha olmaydi. Bunday tizimlar odatda faqat joriy parametrlarga asoslanib boshqaruv qarorlarini qabul qiladi va kelajakdagi o'zgarishlarni hisobga olmaydi.

Taklif etilgan intellektual boshqaruv yondashuvi, ya'ni texnologik parametrlarning normadan og'ishi va ularning vaqt bo'yicha o'zgarish tendensiyasiga asoslangan prediktiv tahlil, jarayonni yanada samarali boshqarish imkonini beradi. Ushbu usul yordamida parametrlarning kelajakdagi qiymati oldindan aniqlanadi va boshqaruv qarorlari shunga mos ravishda shakllantiriladi.

Shuningdek, prediktiv model elementlari va intellektual algoritmlardan foydalanish tizimning javob tezligini oshiradi, parametrlar tebranishini kamaytiradi va ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini ta'minlaydi. Natijada sovutkich ishlab chiqarish jarayonida nuqsonlarni erta aniqlash, energiya sarfini optimallashtirish hamda mahsulot sifatini oshirish imkoniyati yuzaga keladi.

### XULOSA

Sovutkich ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda prediktiv yondashuvni qo'llash texnologik parametrlarni samarali nazorat qilish imkonini beradi. Taklif etilgan model parametrlarning normadan og'ishi va ularning o'zgarish tendensiyasini hisobga olib, nuqsonlarni oldindan aniqlashga xizmat qiladi.

SCADA tizimi bilan integratsiyalash natijasida jarayonlarni real vaqt rejimida monitoring qilish va boshqaruv samaradorligini oshirishga erishiladi. Bu esa mahsulot sifatini yaxshilash, resurslardan samarali foydalanish va ishlab chiqarish barqarorligini ta'minlaydi.



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. YUSUPBEKOV N.R., NURMUHAMEDOV H.S., ZOKIROV S.G. **KIMYOVIY TEXNOLOGIYA ASOSIY JARAYON VA QURILMALARI.** – TOSHKENT: FAN VA TEXNOLOGIYALAR, 2015. – 848 B.
  2. SEBORG D.E., EDGAR T.F., MELLICHAMP D.A. **PROCESS DYNAMICS AND CONTROL.** – 2ND ED. – NEW YORK: WILEY, 2004. – 832 P.
  3. QIN S.J., BADGWELL T.A. **A SURVEY OF INDUSTRIAL MODEL PREDICTIVE CONTROL TECHNOLOGY.** – CONTROL ENGINEERING PRACTICE, 2003. – VOL. 11. – PP. 733–764.
- 