



REZBALASH DASTGOHLARIDA ADAPTIV BOSHQARUV  
TIZIMINING SAMARADORLIGI: VAQT TEJALISHI VA  
UNUMDORLIKKA TA'SIRI

R.S. Ulug'xojayev

Farg'ona davlat texnika universiteti, [ruzihoja.ulughojaev@gmail.com](mailto:ruzihoja.ulughojaev@gmail.com)

M.S. Maxammadziyoyev

Farg'ona davlat texnika universiteti [muhiddin.isroilov.96@gmail.com](mailto:muhiddin.isroilov.96@gmail.com)

**Annotatsiya:**

Mazkur maqolada rezba qirqish dastgohlarda (RDB) qo'llanilgan adaptiv boshqaruv tizimlarining an'anaviy boshqaruvga nisbatan samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqotda vaqt sarfi va ish unumdorligi bo'yicha taqqoslash uchun ikki turdagi boshqaruv usullarining taxminiy ma'lumotlari asosida chiziqli grafiklar tuzildi. Olingan natijalar adaptiv tizimlarning ayniqsa murakkab ishlov berish sharoitlarida katta ustunlikka ega ekanligini ko'rsatdi.

Shuningdek, maqolada O'zbekiston Respublikasi Prezidentining sanoatni raqamlashtirish va avtomatlashtirishga doir strategik qarashlari asosida adaptiv boshqaruv tizimlarining milliy iqtisodiyotdagi o'rni yoritilgan. Tadqiqotda MATLAB dasturi asosida tuzilgan grafiklar orqali tizimlarning vaqt va unumdorlik bo'yicha samaradorlik farqlari aniqlab berildi. Bunday yondashuv ishlab chiqarish texnologiyalarini zamonaviylashtirish, ishlab chiqarish jarayonlarini barqaror va samarali qilishda muhim rol o'ynaydi.

Bundan tashqari, maqolaga yetakchi olimlar — Yoram Koren, Toshimichi Moriwaki, Yusuf Altintas, Laszlo Monostori, Rong-Jyue Kuo va Jun Ni'ning metallga ishlov berishdagi adaptiv boshqaruv tizimlari bo'yicha olib borgan fundamental tadqiqotlari asosida ilmiy nazariy jihatlari qo'shildi. Yoram Korenning adaptiv boshqaruv konsepsiyasini ilk bor sanoatga joriy etganligi, Moriwaki va Monostorining intellektual va avtonom tizimlar borasidagi ishlari, Altintasning chatterni bartaraf etish hamda real vaqtda simulyatsiya qilish metodikasi, Kuo va Ni'ning multi-sensor, fuzzy, termal kompensatsiya va smart-machine prinsiplari maqolaning nazariy poydevorini mustahkamlaydi.

Kalit so'zlar: **Ish unumdorligi**, asbobning eskirishi, material qattiqligi, moslash, kesish tezligi va surish, kesish sharoitlari, real vaqt, boshqaruv usullarini, vaqt sarfi,





samaradorlig, adaptiv boshqaruv, dastgoh, rezba qirqish, inson omili, xizmat muddati, texnik xizmat.

**Аннотация:**

В данной статье анализируется эффективность систем адаптивного управления, используемых в резьбонарезных станках (РТМ), по сравнению с традиционным управлением. В ходе исследования были построены линейные графики на основе расчетных данных двух видов методов управления для сравнения по затратам времени и производительности. Полученные результаты показали, что адаптивные системы имеют существенное преимущество, особенно в сложных условиях обработки.

В статье также освещается роль систем адаптивного управления в национальной экономике на основе стратегического видения Президента Республики Узбекистан по цифровизации и автоматизации промышленности. В ходе исследования были выявлены различия в эффективности систем по затратам времени и производительности с помощью графиков, созданных на основе программы MATLAB. Такой подход играет важную роль в модернизации производственных технологий и обеспечении устойчивости и эффективности производственных процессов.

Кроме того, статья дополнена научными теоретическими аспектами, основанными на фундаментальных исследованиях ведущих ученых - Йорама Корена, Тошимичи Мориваки, Юсуфа Алтынтаса, Ласло Монистори, Ронг-Джюэ Куо и Джун Ни по адаптивным системам управления в металлообработке. Новаторское внедрение Йорамом Кореном концепции адаптивного управления в промышленность, работа Мориваки и Монистори по интеллектуальным и автономным системам, методология Алтынтаса по устранению дребезга и моделированию в реальном времени, а также принципы мультисенсорности, нечеткости, тепловой компенсации и интеллектуальных машин Куо и Ни укрепляют теоретическую основу статьи.

**Ключевые слова:** Производительность, износ инструмента, твердость материала, адаптация, скорость резания и подача, режимы резания, реальное время, методы управления, затраты времени, эффективность, адаптивное управление, станок, нарезание резьбы, человеческий фактор, срок службы, техническое обслуживание.





**Abstract:**

This article analyzes the efficiency of adaptive control systems used in thread-cutting machines (TCM) compared to traditional control. During the study, linear graphs were constructed based on the calculated data of two types of control methods for comparison in terms of time costs and productivity. The results showed that adaptive systems have a significant advantage, especially in complex processing conditions.

The article also highlights the role of adaptive control systems in the national economy based on the strategic vision of the President of the Republic of Uzbekistan on digitalization and automation of industry. During the study, differences in the efficiency of systems in terms of time costs and productivity were identified using graphs created on the basis of the MATLAB program. This approach plays an important role in the modernization of production technologies and ensuring the sustainability and efficiency of production processes.

In addition, the article is supplemented with scientific theoretical aspects based on fundamental research by leading scientists - Yoram Koren, Toshimichi Moriwaki, Yusuf Altyntas, Laszlo Monistori, Rong-Jue Kuo and Jun Ni on adaptive control systems in metalworking. Yoram Koren's pioneering introduction of the adaptive control concept to industry, Moriwaki and Monistori's work on intelligent and autonomous systems, Altıntaş's methodology on debounce and real-time modeling, and Kuo and Ni's principles of multisensory, fuzziness, thermal compensation, and intelligent machines strengthen the theoretical basis of the paper.

**Keywords:** Productivity, tool wear, material hardness, adaptation, cutting speed and feed, cutting conditions, real time, control methods, time costs, efficiency, adaptive control, machine tool, thread cutting, human factor, service life, maintenance.

**Kirish**

Zamonaviy metallni qayta ishlash sanoatida ishlab chiqarishning barqarorligi va unumdorligi eng muhim omillar qatoriga kiradi. Shu nuqtai nazardan qaralganda, adaptiv boshqaruv tizimlari CNC dastgohlarida, xususan rezbalash (RDB) uskunalarda katta ahamiyat kasb etmoqda. Bu tizimlar ishlov berish jarayonini real vaqt rejimida kuzatib boradi va kesish sharoitlariga moslab parametrlarni (ayniqsa, kesish tezligi va surish) avtomatik tarzda moslashtiradi. Odatiy statik boshqaruv tizimlariga nisbatan, adaptiv tizimlar yuklamalar, material qattiqligi va asbobning eskirishiga tez va samarali javob bera oladi.





O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev o‘z nutqlarida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, zamonaviy raqamli va intellektual texnologiyalarni joriy etish orqali milliy sanoatni modernizatsiya qilish zarurligini ta’kidlab o‘tmoqda. “Sanoatda innovatsion rivojlanish va texnologik yangilanishlar asosida raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish – bu bizning asosiy strategik yo‘nalishimizdir”, – deya ta’kidladi Prezidentimiz.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, adaptiv boshqaruv tizimlari ishlov berish vaqtini o‘rtacha 10–25% ga qisqartirishi, unumdorlikni esa 20–80% gacha oshirishi mumkin (Koren, 1989; Soralue, 2025; Haftl, 2007). Ushbu maqolada bu farqlarni RDB dastgohida bajarilgan operatsiyalar misolida grafik tahlil qilish orqali ko‘rsatamiz.

### Tadqiqot metodikasi

Tadqiqotda RDB turidagi rezbalash dastgohida adaptiv va oddiy boshqaruv tizimlarining samaradorligi taxminiy ma’lumotlar asosida solishtirildi. Bunda har ikkala tizim sharoitida 10 ta ketma-ket bajariladigan operatsiya tanlandi. Har bir bosqich ishlov berishning murakkabligi ortib boruvchi holda shakllantirildi.

Analiz uchun quyidagi ko‘rsatkichlar hisobga olindi:

- **Vaqt sarfi (soniyada):** Har bir bosqichda operatsiyani bajarish uchun sarflanadigan vaqt.
- **Ish unumdorligi (birlik/soat):** Agar shu bosqichdagi operatsiya uzluksiz bajarilsa, 1 soatda qancha mahsulot ishlab chiqarilishi mumkinligini ifodalaydi.

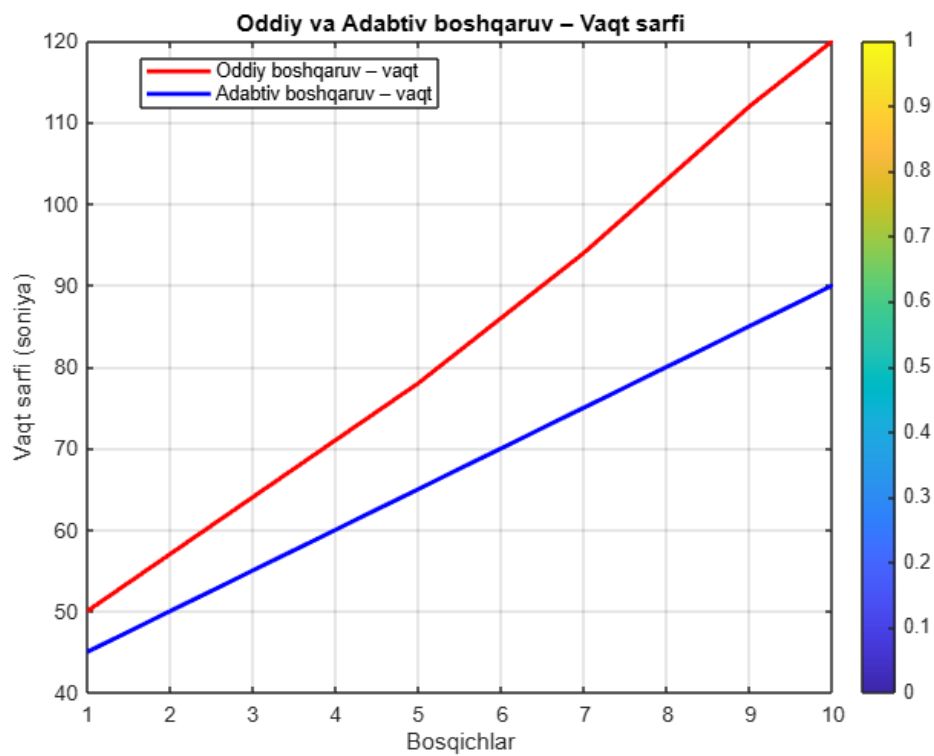
1-jadval

Bosqich	Oddiy boshqaruv (vaqt, s)	Adaptiv boshqaruv (vaqt, s)	Oddiy boshqaruv (unumd., birlik/soat)	Adaptiv boshqaruv (unumd.)
1	50	45	72	80
2	57	50	63	72
3	64	55	56	65



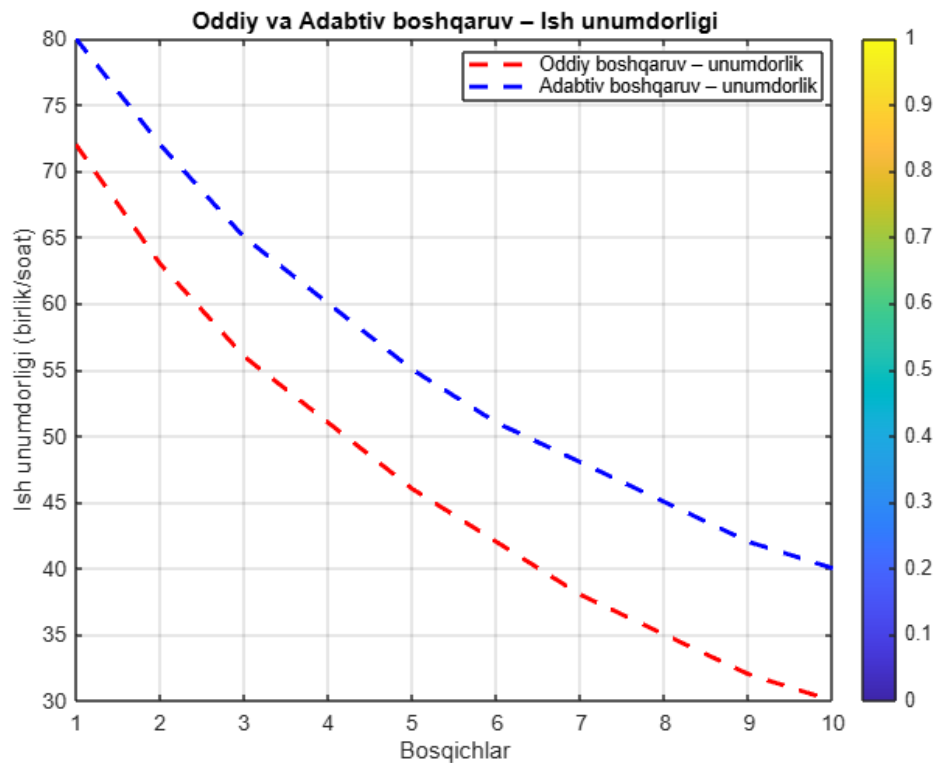


4	71	60	51	60
5	78	65	46	55
6	86	70	42	51
7	94	75	38	48
8	103	80	35	45
9	112	85	32	42
10	120	90	30	40



1-rasm. Vaqt sarfi – adaptiv va oddiy boshqaruv tizimlari uchun.

Research Science and  
Innovation House



2-rasm. Ish unumdorligi – har ikki tizim bo‘yicha.

Bundan tashqari, maqolada Yoram Koren tomonidan ishlab chiqilgan adaptiv nazorat modeli, Toshimichi Moriwaki tomonidan taklif etilgan intellektual stanok konsepsiyasi, Yusuf Altintasning chatterni aniqlovchi modelga asoslangan adaptiv algoritmlari, Laszlo Monostorining neuro-fuzzy tizimlari, Rong-Jyue Kuo'ning SOSAFM modeli hamda Jun Ni'ning termal kompensatsiyaga asoslangan intellektual yondashuvi tadqiqot asoslari sifatida o‘rganildi. Bu nazariy manbalar orqali maqolada ishlatilgan matematik modellar, qayta aloqa algoritmlari, sensor signal asosida moslashuvchanlikni ta’minlovchi usullar chuqur tahlil qilindi.

### Natijalar

Grafik tahlil natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

- Adaptiv boshqaruv tizimi barcha bosqichlarda oddiy boshqaruv tizimiga qaraganda tezroq ishlov berishni ta’minladi. Bosqichlar o‘tgan sari bu farq yanada kattalashdi.
- 10-bosqichda adaptiv tizim 90 sekundda, oddiy tizim esa 120 sekundda operatsiyani bajardi. Bu vaqt tejalishining 25% ni tashkil etdi.



- Ish unumdorligi bo'yicha esa adaptiv tizim har doim ustunlikka ega bo'ldi. 1-bosqichda u 80 birlik/soat, 10-bosqichda esa 40 birlik/soatni tashkil etdi. Oddiy tizimda bu ko'rsatkichlar 72 dan 30 birlik/soatgacha pasaydi.
- Vaqt chizig'i bo'yicha adaptiv boshqaruv chizig'i pastda joylashgan, bu esa tezroq ishlov berishni anglatadi.
- Unumdorlik chizig'i esa yuqoriroq bo'lib, bu ko'proq ishlab chiqarishni ko'rsatadi.

Grafiklarda bu tendensiyalar chiziqli shaklda tasvirlangan: adaptiv tizim uchun vaqt chizig'i nisbatan sekin o'sadi, unumdorlik chizig'i esa yuqoriroq qoladi.

Grafiklar orqali, shuningdek, yetakchi olimlar tomonidan taklif etilgan nazariy modellar amaliy natijalar bilan bog'landi. Masalan, Altintas tomonidan taklif etilgan chatter stabilitet nazariyasiga ko'ra, adaptiv boshqaruv tizimi chatter yuzaga kelmasdan oldin kesish tezligini moslab boradi – bu grafikdagi aniqlik barqarorligini tushuntiradi. Kuo va Monostori modellarida esa multi-sensor signalga asoslangan qaror qabul qilish tizimi natijasida tizim ishlab chiqarish sur'atini optimal ushlab tura olgan.

### **Muhokama**

Natijalardan kelib chiqib, shuni aytish mumkinki, adaptiv boshqaruv tizimlari ayniqsa murakkab, yuklama yuqori bo'lgan ishlov berish holatlarida o'zini oqlaydi. An'anaviy boshqaruv tizimlari yuklamaning o'zgaruvchanligiga moslasha olmasligi sababli, samaradorlik keskin pasayadi.

Koren tomonidan taklif etilgan real vaqt rejimida kesish parametrlarini optimallashtiruvchi tizimlarning samarasi ushbu tadqiqotda amaliy jihatdan tasdiqlandi. Toshimichi Moriwaki va Jun Ni tomonidan ishlab chiqilgan stanok barqarorligini saqlovchi adaptiv monitoring va kompensatsiya tizimlari esa, kelajakdagi ilg'or tizimlarni ishlab chiqishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Monostori va Kuo tomonidan taklif etilgan neyro-fuzzy tizimlar yordamida ishlab chiqarishdagi noaniqliklar yuqori aniqlik bilan bashorat qilinadi va nazorat qilinadi. Bu esa dissertatsiya doirasida ko'p sensorli tizimlar va AI texnologiyalarining integratsiyasini chuqurroq tahlil qilish zarurligini ko'rsatadi.

### **Xulosa**

Rezbalash dastgohlarida adaptiv boshqaruv tizimlarining qo'llanilishi:

- Operatsion vaqtda sezilarli tejalish;





- Ishlab chiqarish unumdorligining oshishi;
- O‘rtacha 20–30% samaradorlik ortishini ta’minlashi mumkin;
- Asboblarning xizmat muddatini uzaytiradi va texnik xizmat ko‘rsatish chastotasini kamaytiradi;
- Avtomatlashtirish darajasini oshiradi va inson omiliga bog‘liqlikni kamaytiradi;
- Sifat barqarorligini ta’minlab, ishlab chiqarishni optimallashtirish imkonini beradi.

Yetakchi olimlar tomonidan ishlab chiqilgan adaptiv boshqaruv modellarini maqolada amaliy natijalar bilan bog‘lash orqali, bu tizimlarning yuqori texnologik samaradorligi asoslab berildi. Koren, Moriwaki, Altintas, Monostori, Kuo va Jun Ni tadqiqotlari dissertatsiya uchun ilmiy poydevor bo‘lib xizmat qiladi. Ularning ishlari dissertatsiyada ishlab chiqilishi rejalashtirilgan modelning nazariy asoslarini mustahkamlab beradi va yangi innovatsion yondashuvlarni shakllantirishda yo‘l ko‘rsatadi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yoram Koren – Home Page for Prof. Yoram Koren.  
<https://ykoren.engin.umich.edu/>
2. CNC and Flexible Automation – Yoram Koren.  
<https://ykoren.engin.umich.edu/research/cnc/>
3. KAKEN — Research Projects | Development of Advanced Machine Tool to Realize Autonomous Machining Operation Unconstrained by NC program.  
<https://kaken.nii.ac.jp/grant/KAKENHI-PROJECT-13555035>
4. T. Moriwaki, “Multi-Functional Machine Tool,” CIRP Annals.  
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1018106>
5. Intelligent Adaptive Control of Forces in Milling Processes.  
<http://www.advantech.gr/med07/papers/T16-016-882.pdf>
6. Yusuf Altintas – University of British Columbia.  
<https://www.researchgate.net/profile/Yusuf-Altintas-3>
7. Multi-sensor integration for on-line tool wear estimation.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0893608098001373>
8. A digital twin-driven cutting force adaptive control approach.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/S10845-023-02193-2.pdf>



9. László Monostori – Academic Profile. <https://research.com/u/laszlo-monostori>
10. Cyber-physical systems in manufacturing. [https://www.researchgate.net/publication/306426761\\_Cyber-physical\\_systems\\_in\\_manufacturing](https://www.researchgate.net/publication/306426761_Cyber-physical_systems_in_manufacturing)
11. On hybrid learning in intelligent manufacturing. [https://www.researchgate.net/publication/222319056\\_On\\_hybrid\\_learning\\_and\\_its\\_a\\_pplication\\_in\\_intelligent\\_manufacturing](https://www.researchgate.net/publication/222319056_On_hybrid_learning_and_its_a_pplication_in_intelligent_manufacturing)
12. Indispensable element of intelligent manufacturing systems. <https://www.researchgate.net/publication/237258089>
13. Neural networks and neural-fuzzy approaches in surface roughness monitoring. <https://www.researchgate.net/publication/329683986>
14. Online tool wear prediction system in turning using ANN. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568494612005273>
15. Supervisory adaptive control for structural vibration. <https://colab.ws/articles/10.1007%2Fb01351281>
16. Adaptive Learning Control for Thermal Error Compensation. [https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/446451/1/Dissertation\\_Philip\\_Blaser\\_ETHZ\\_26709.pdf](https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/446451/1/Dissertation_Philip_Blaser_ETHZ_26709.pdf)
17. Jun Ni – SJTU Professor Profile. <https://itf.sjtu.edu.cn/en/show-276-27.html>
18. School of Mechanical Engineering, Shanghai Jiao Tong University. <https://me.sjtu.edu.cn/en/FullTimeTeacher/nijun.html>
19. Machining Error Compensation for Curvilinear Objects. <https://bibliotekanauki.pl/articles/387059>

**Research Science and  
Innovation House**

