

## QADAMLI DVIGATELNI DASTURIY BOSHQARUV REJIMLARINING TAHLILI

F. J. Xudoynazarov

I. Sh. Annayev

### KIRISH

Avtomatik boshqaruv tizimini tashkil etishda zaruriy asosiy qurilmalar sifatida birlamchi o'lchov asboblari – datchiklardan foydalaniladi. Datchiklar ishlatilish sohasi, o'lchanayotgan parametr va ishchi muhitiga qarab turli xilda bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarishda harorat datchiklari, bosimni o'lchash datchiklari, sathni o'lchash datchiklari, sarfni o'lchash datchiklari va moddaning zichligi, yopishqoqligi, elektr o'tkazuvchanligi hamda turli xildagi fizik va himiyaviy ahamiyatdagi laboratoriya analizi datchiklaridan keng ko'lamda foydalaniladi.

Hozirgi kunda elektronik qurilmalardan foydalanilmaydigan sohaning o'zi yo'q bo'lsa kerak. Elektronik, ayniqsa mikroelektronik qurilmalarning hozirgi yanada rivojlanib, takomlashib borayotgan axborot asrida ularning o'rni beqiyosdir. Ulardan ishlab chiqarishning barcha sohalarda: transportda, mashinasozlikda, radiotexnikada, televideniya, telekommunikatsiya apparatlarida, kompyuter sohasida, turmush hayotimizdagi maishiy texnika vositalarida va boshqa bir necha sohalarda ularning o'rni almashtirib bo'lmas darajada foydalanib kelinmoqda.

**Asosiy qism.** O'tgan asrning oxiri o'n yilliklarida elektroavtomatika va hisoblash texnikasining zamonaviy vositalari ishlab chiqarish mashinalarining elektryuritmalarini dasturli boshqarishning raqamli tizimlarini yaratish imkonini berdi. Bu tizimlarda elektryuritmalarning ish rejimlari xaqida oldindan tayyorlab qo'yilgan ish faoliyati ketma-ketligi, ishchi organlarning harakatlanishi qoidalari xaqida berilganlar boshqaruv tizimiga raqamlar to'plami ko'rinishida kiritiladi. Raqamlashtirilgan dasturli boshqaruv (RDB) tizimlari ikki guruhdan iborat.

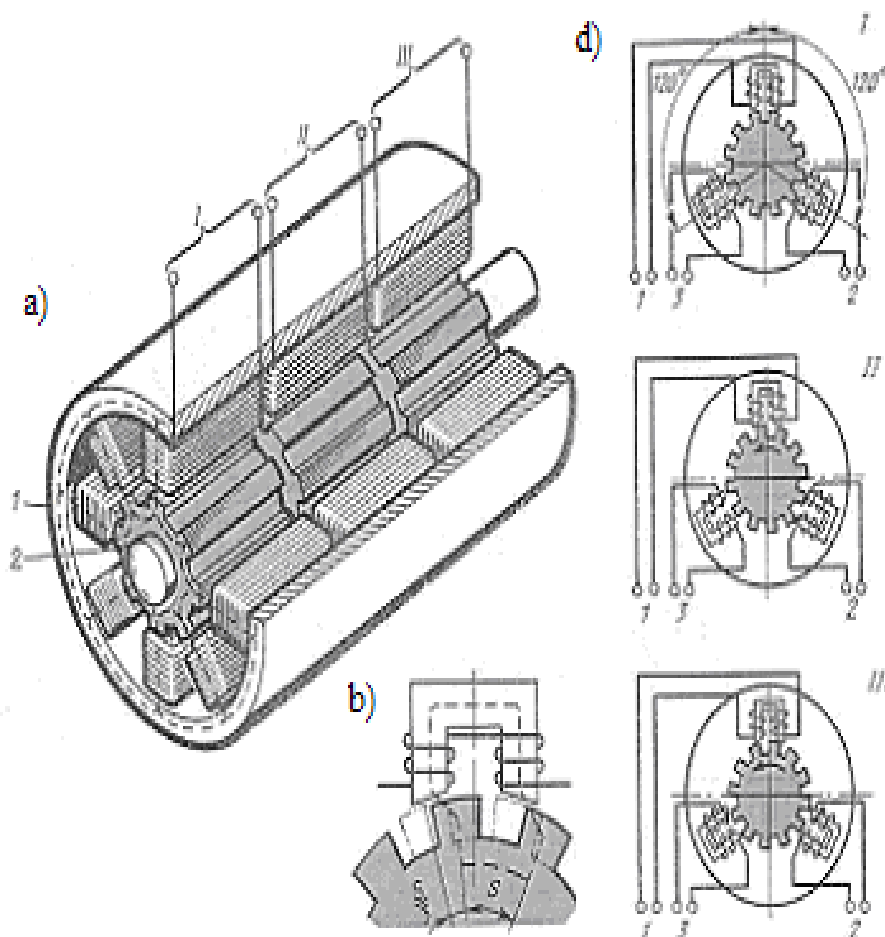
Holatni boshqaruv tizimlar ishlab chiqarish mashinalarining ishchi organlarini berilgan holat va chegaralar bo'yicha harakatlanishini tahminlaydi. Bunda harakatlanish chizig'ini ishlab chiqarish unumdorligini va boshqaruv tizimini soddalashtirishni hisobga olish tanlab olinishi mumkin. Xususan, masalan, koordinata o'qlarining biri bo'yicha, belgilangan kattalikkka qisqa vaqtlar ichida ortiqcha tezlik harakatni tadbiq etish mumkin.

Harakatni (konturni) boshqaruv tizimlari ishchi organlarni murakkab, aksariyat hollarda esa egri chizikli kontur bo'ylab tinimsiz ravishda boshqaruvni taqozo etadi.



Bu tizimlar universal bo‘lib, holatni boshqarish zarurati tug‘ilgan paytlarda ham qo‘llanilishi mumkin.

Bunday dvigatellar RDB stanoklar surish yuritmalarida keng qo‘llanadi. U jamlangan chulg‘amli reaktiv rotorli sinxron mashinadir. MDH davlatlarida ishlab chiqarilgan metall kesish stanoklar surish yuritmalari uchun qadamli dvigatellar (ShD-4, ShD-5) uch fazali sxema bo‘yicha quriladi. Bunday dvigatelning ishlash prinsipi quyidagicha. Stator (1) (1 a-rasm) uch juft qutb va chulg‘amlarga (I-III) ega. Rotor (2) ham uchta seksiyaga bo‘lingan, lekin ular aylana bo‘yicha qutb oralig‘i masofasining  $1/3$  qismiga siljirilgan. Shunday qilib rotorning birinchi seksiyasi qutbi stator qutbi bilan to‘g‘ri turadi, ikkinchi seksiya qutbi stator qutbiga nisbatan  $1/3$  qismga, uchinchi seksiya qutbi esa qutb oralig‘i masofasining  $2/3$  qismiga siljigan bo‘ladi.



1-rasm. Qadamli dvigatel:

a – qo‘rilma; b, d – ishlash prinsipi

Agar statorning birinchi faza chulg‘amiga (I) doimiy tok ulansa dvigatel rotori shunday holatni egallaydiki, bunda rotorning birinchi seksiya qutbi stator qutbining



qarshisida o'rnatiladi. Agar so'ngra birinchi fazadagi tokni uzib, ikkinchi fazaga tok berilsa, rotor 1/3 qadamga buriladi (2.5, b-rasm).

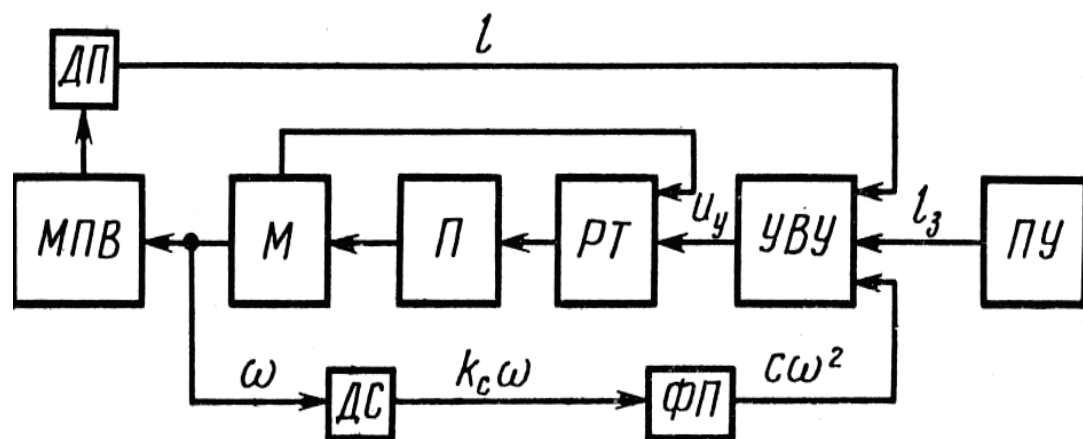
I, II, III obmatkalariga ketma-ket tok berilsa, rotor soat strelkasi bo'yicha aylanadi. Agar fazalarni teskari tartibda tokka ulansa rotor teskari tarafga aylanadi.

Rotorning burilish burchagi  $1,5^{\circ}$  yoki  $3^{\circ}$  ni tashkil qilishi mumkin, olti kontaktli qo'shigich bilan jihozlangan ShD-4 dvigatelida impulslarining maksimal chastotasi 800 Gs. Bunday dvigatel impuls miqdori 0,01 mm bo'lganda 1200 mm/min gacha surish tezligini ta'minlaydi. Hozirgi vaqtda katta chastotali tok impulsiga ega qadamli dvigatellar ishlab chiqarilmoqda, ular 5-10 m/min surish tezligini ta'minlay oladi.

Dastlabki avlod EHM larida dastur tashuvchi vazifasini perforatsiyalangan tasmalar va kartalar, magnit tesmalar bajarar edi. Hozirgi zamonaviy kompyuterlarda disketa, kompakt disk, EHM xotira, lakal va global tarmoqlaridan foydalaniladi.

Chig'irlash mashinasi yordamida metallarni yoyib jo'valovchi qismini mexanizmi elektryuritmasini raqamli dasturiy boshqaruv tizimini misol tariqasida ko'rib chiqaylik.

Metal ishchi juvalardan har safar o'tkazilgach, juvalar orasidagi qorishmani chig'irlash dasturiga mos holda almashtirilishi lozim. Bunday jarayon yuqori qismda joylashgan juvani o'rni o'zgartiruvchi mexanizm yordamida amalga oshiriladi. Bu mexanizmning yuritmasi o'zgartirgich P dan oziqlantiriladigan o'zgarimas tok dvigateli M orqali amalga oshiriladi.



2- rasm.

Jo'valar orasidagi qorishma  $l$  yuqori jo'vaning holat datchigi orqali o'lchanadi. Bu datchik o'z navbatida mexanizm valining burchak holatini raqamli kodga o'zgartiruvchini ifodalaydi. Har bir o'tkazish oralig'i uchun jo'valardagi qorishmani belgilangan qiymatlari xaqidagi ma'lumot  $l_z$  dasturli topshiriq beruvchi qurilma PU



ning kodli raqamlarida saqlanadi. U yerdan zarur paytida bu ma'lumot uzatiladi. Datchik DP dan va qurilma PU dan signal boshqaruvchi hisoblash qurilmasi UVU ga kiradi. Bu yerda ular (signal va ma'lumot signali) solishtirilib, o'rtasidagi farq  $\Delta l = l - l_z$  boshqarishning belgilangan qonuniyati asosida analog signal shakliga ega bo'lgan boshqaruvchi tahsir signali  $U_u$  ga aylantiriladi.

Elektryuritmaning avtomatik boshqarish signali jo'valar uchun qorishmani kiritilishini va joylashtirilishini berilgan aniqlikda va minimal vaqt oraliqlarida bajarilishini tahminlashlari lozim. Birinchi shart bajarilishi uchun dvigatel tormozlanish rejimiga vaqtning qathiy belgilangan momentida o'tkaziladi. Ikkinchi shart esa yuritmani ishga tushirish tezligi hamda tormozlash PI rostlagichli tokni rostlovchi kontur RT ga o'xshash qo'shimchalarni kiritish yo'li bilan, o'zgarmas va ruxsat etilgan maksimal qiymatlardagi tezlanish hamda sekinlatish orqali amalga oshiradi.

Faraz qilaylik, elektryuritma o'zgarmas burchak sekinlashishi  $\varepsilon$  ga ega bo'lgan boshlang'ich tezlik  $\omega_{nach}$  da tormozlansin. U holda tezlik

$$\omega = \omega_{nach} - \varepsilon t$$

qonuniyat bo'yicha kamayadi.

Tormozlanish yakunida  $\omega=0$ , shuning uchun  $t=\omega_{nach}/\varepsilon$ . Shunga mos holda tormozlanishning burchak yo'li

$$\varphi_T = \frac{\omega_{nach} t_T}{2} = \frac{\omega_{nach}^2}{2\varepsilon}$$

Shunday qilib, yuritmani shunday lahzalarda tormozlanishini boshlash kerakki, bu paytda jo'vaning haqiqiy holati bilan bo'lishi kerak bo'lgan—belgilangan qiymatidagi holati o'rtasidagi farq  $\varphi_t$  ga teng bo'lsin. Bu tizimda, bunday vaqtga raqamli datchik DS, funksional o'zgartirgich kvadrator FP va hisoblash qurilmasi UVU ga ega bo'lgan, hamda quyidagi boshqarish qonuniyatini shakllantiradigan:

$$U_y = \begin{cases} \Delta l \geq c\omega^2 \text{ бўлганда } +U_{д.макс} \text{ га тенг;} \\ -c\omega^2 < \Delta l < c\omega^2 \text{ бўлганда } 0 \text{ га тенг;} \\ \Delta l \leq -c\omega^2 \text{ бўлганда } -U_{у.макс} \text{ га тенг.} \end{cases}$$

teskari bog'lanish yordamida amalga oshiradi.

Aniqlikni oshirish uchun va yuqorigi jo'va  $|l - l_z| \leq \delta$  bo'lgandagi belgilangan qiymat yaqinidagi holatida tebranishlarni yo'qotish uchun boshqarish qonuniyati

$$U_y = k(l - l_z)$$



ravishda chiziqli o'zgaradi. Bu yerda  $\delta$ -kichik qiymat,  $k$ -proporsionallik koeffisientidir.

Teskari bog'lanish datchigiga ega bo'lgan RPD tizimlardan tashqari dasturlari kiritiladigan qadamlovchi dvigatelli ochiq tizimlar ham keng qo'llaniladi.

Qadamlovchi dvigatel (QD) sinxron mashinalarning bir ko'rinishini ifodalab, boshqaruvchi signallar ketma-ketligini kattalikka, hamda o'zining valini burilish tezligini o'zgartiradi. Qadamlovchi dvigatel rotorining harakati oddiy burilishlardan (qadamlardan) iborat bo'lib, ular nodavriy yoki tebranish qonuniyatlari asosida amalga oshiriladi. Burchak burilishlarining yig'indisi impulslar soniga, burchak tezligi esa uning chastotasiga proporsionaldir.

Qadamlovchi dvigatellar aktiv (qo'zg'aluvchan) va reaktiv (induktorli) rotorli bo'ladi. Rasmda induktorli, to'rt fazali, kuch qadamlovchi dvigatelinini ko'ndalang qirqimi keltirilgan. Korpus 1 datchik shixtalangan stator 2 joylashgan. Stator boshqaruv chulg'amlari 4 ga ega bo'lgan sakkizta qutbga ega (diametr bo'yicha qarama-qarshi joylashgan) qutblarning cho'lg'amlari ketma-ket bir fazaga ulangan. Qutblar qirralari soni (juft, ammo to'rtga bo'linmaydi) qadam kattaligini aniqlaydi. Stator tishlari rotor tishlariga nisbatan aralash qutblar tishlari 1/4 tish qismiga siljigandir. Fazalar chulg'amlari umumiy nuqtasi chiqarilgan to'rt qirrali yulduz shaklida ulangan. Umumiy nuqta o'zgarimas tok manbasining minusi bilan birlashadi, faza kirishiga esa doiraviy ketma-ketlikda elektron kommutator orqali kuchlanishni musbat impulslari beriladi.

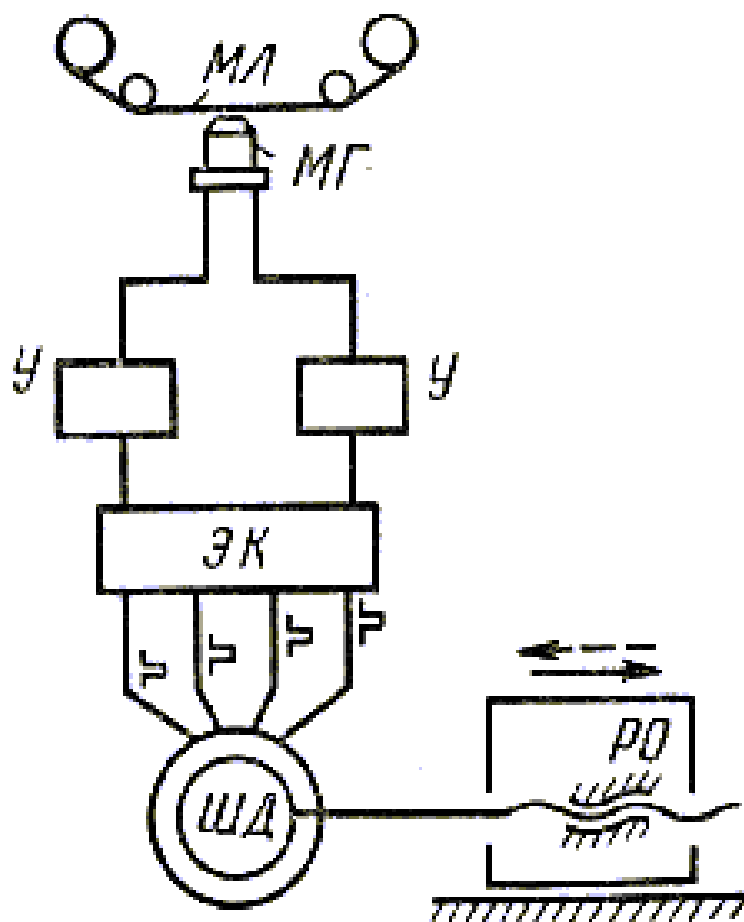
Qadamli yuritmaning dinamik rejimlari boshqaruvchi impulslar chastotasi o'zgarganda paydo bo'lishi mumkin. Tormozlanish va revers eng og'ir dinamik rejimlardan sanaladi. Dvigatel cho'lg'amlarini elektromagnit inersiyasini hisobga olgan, QD li yuritmaning dinamikasi nochiziqli differensial tenglamalar tizimi orqali yoziladi va u faqat EHM lar yordamida yechilishi mumkin. Muhandis hisoblashlar uchun esa QD li yuritmaning universal oraliq dinamik va yuklama tavsiflari etiladi. Hisoblashlar QD li yuritmalarining quyidagi normallashtirilgan parametrlaridan foydalanib amalga oshiriladi:  $f_*$ -boshqaruvchi impulslarning nisbiy chastotasi

$\chi = \Omega_0 T$  - QD cho'lg'amlarining meyorlashtirilgan elektromagnit vaqt doimiysi,

$\beta = \beta_{Q,D} + \beta_{s,t}$  - dempferlanishning ekvivalenti koeffisienti, bu yerda  $\beta_{sh,d} \approx (0,016 \div 0,05) \chi$

- QD ning xususiy dempferlanish koeffisienti.  $\beta_{s,t}$  - qayishqoq (tezlik) ishqalanish koeffisienti.  $M_s = M_s / M_{maks}$  - yuklamaning nisbiy momenti (quruq yoki faol ishqalanish ko'rinishidagi).





QD li yuritmalarning universal oraliq dinamik tavsiflari quyidagi bog‘liqliklarga ega: ruxsat etilgan chastota  $\chi$  va  $\beta$  ning turlicha qiymatlarida  $M_s$  ning funksiyasidir; o‘tish rejimlaridagi tormozlanishning oraliq chastotasi, reversning oraliq chastotasi  $f_{p.y^*}$  va  $f_p$ , mos holda muvozanat va o‘tish rejimlarida, xuddi shunday,  $\chi$  va  $\beta$  ning turli qiymatlarida  $\mu_s$  ning funksiyasidir. Universal oraliq yuklama tavsiflari maksimal ruxsat etilgan yuklama momenti  $M_s$  ni impulslar chastotasi  $f_*$  bog‘liq ko‘rinishda qurilgandir.

2-rasmda qadamlı yuritma RDB ochiq tizimning funksional sxemasi bitta koordinata uchun ko‘rsatilgan. Bu dastlabki avlod EHM lari orqali boshqarilib, dastur magnit tasma ML ga unitar raqamli kodda yozilgan. Dastur impulslari magnit boshcha MT orqali o‘qilib, «U» bloklarida kuchaytirgich, elektron kommutator kirishiga (EK)

beriladi. U boshqaruvchi impulslarni to'rt fazali QD cho'lg'amlariga olib boruvchi, ma'lum bir ketma-ketlikda joylashgan to'rtta kanalga taqsimlaydi.

Ko'rilayotgan tizimda ishchi organi «olg'a» yoki «ortga» komandasi bo'yicha harakatlanishini tahminlash maqsadida magnit tasmaning ikkita yo'lakchasidan foydalaniladi. Qaysi yo'lakchadagi impulslar QD cho'lg'amlaridagi boshqaruvchi impulslar ketma-ketligini o'zgartiradi. Shu bilan QD aylanishi yo'nalishini o'zgartirib, mexanik uzatma (masalan, vint) orqali ishlab chiqarish mashinasining ishchi organi RO ga uzatiladi. Dasturning har bir impulsiga ishchi organi kerakli yo'nalish bo'ylab bir qadamga siljishi to'g'ri keladi.

QD li RDB tizimini aniqliligini tahminlash uchun muftasiz mexanik uzatmalardan masalan, sharikli vintli juftlardan, qilinadi kinematik zanjirlarni esa kalta tayyorlanadi. Qator hollarda QD lar ishlab chiqarish mashinalarining ishchi organlarini momentning gidrokuchaytirgichlari orqali harakatga keltiradi. QD li yuritmaning boshqaruv tizimlarida logik va funksional kontaktsiz elementlardan foydalaniladi. QD ni boshqaruv sxemalari haqidagi ma'lumotlarda batafsil berilgandir.

## **XULOSA**

Hozirgi globallashtirish jarayonida inson hayotining xar bir tarmoqlarida elektronika olaminig yutuqlaridan biri bo'lgan mikrokontrollerlar keng miqyosda o'rin egallagan. Misol tariqasida oddiy elektron qo'l soatlaridan tortib to maishiy ro'zgor buyumlari xamda mukammallashtirgan texnik vositalarda xam mikrokontrollerlarni kuzatish mumkin. Ularni bu qadar keng miqyosda qo'llanilishiga sabab – ularni arzon, katta integral sxemalarni kichik xajimga sigdirishi va qayta dasturlash imkoni mavjudligidir. Bu qurilmalarni bizning hozirgi kundagi nisbatan ortda qolayotgan sohalarda qo'llash orqali xamma sohalarni rivojlantirish mumkin.

## **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Умаров И.У. Повышение точности обработки на токарных станках путем применения системы автоматического регулирования положения резца: Дис. ...маг. – Андижон, 2015. - 81 б.
2. Levental L. Vvedenie v mikroprotsessori: programmnoe obespechenie, apparatnie sredstva, programmirovaniye. Per s angl. M.: 2003.
3. E.Uljaev, U.Ubaydulaev. Avtomatik boshkarishda mikroprotsessorli vositalar va sistemalar. Tajriba ishlarini bajarish uchun metodik kullannmalar(rus va o'zbek tillarida). Toshkent, 2010 y.



4. Xudonazarov F.J. Induksion tigel pechlarning fizik asoslari bo'yicha energiya samaradorlikka erishish. "Iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitlarida energetikaning dolzarb muammolari" ilmiy ishlar to'plami Buxoro BMTI. 2022. 484-486-b.
5. ХУДОЙНАЗАРОВ Ф.Ж. САНОАТ КОРХОНАЛАРИДА ИШЛАТИЛАДИГАН ЭЛЕКТР ЮРУТМА ИШИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ. "Inson qadrini ulug'lash va faol mahalla yili" ga bag'ishlangan to'plam Buxoro BMTI 2022. 121-b.
6. Ф. Ж. Худойназаров У.А. Аминов Ўзгармас ток машиналарида исрофларни камайтириш усуллари INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL 2022. 29-34-b.
7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7411806>
8. Худойназаров Ф.Ж. Применение электрических фильтров для очистки хлопка от малых частиц пыли . UNIVERSUM. Москва: 2021. 2(83).С.90-93.
9. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11231>
10. Худойназаров Ф.Ж. Шарипов Ш.Н, Муродов Б.Б. Муродова Б.Б. Энергия тежамкор индукцион тигел печларини иссиқлик режимини автоматик бошқариш . "Электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш ҳамда ундан оқилона фойдаланишнинг долзарб муаммолари" мавзусида республика миқёсида илмий-техникавий анжуман илмий ишлар тўплами. Тошкент: 2020. 202-203 б.
11. Худойназаров Ф.Ж. Шарипов Ш.Н. Муродов Б.Б. Индукцион печларни энергия самарадорлигини ошириш чора тадбирлари Замонавий ишлаб чиқаришнинг муҳандислик ва технологик муаммоларини инновацион ечимлари. Халқоро илмий анжуман материаллари Бухоро: 2019. 261-262 б.
12. Худойназаров Ф.Ж. Шойимов П. Муродов Б.Б. Музаффаров Ф.Ф. Маккажўхори уруғини электр усулида саралаш. Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий техникавий журнали, Бухоро: 2021. №1,32-37 б.
13. Худойназаров Ф.Ж. Жўраев М.Қ. "Электр машиналари" фани тараққиётининг устувор йўналишлари . ARES academic research in educational sciences SJIF 2021 /11. P.1184-1185 <https://cyberleninka.ru/article/n/elektr-mashinalari-fani-taraqqiyotining-ustuvor-yo-nalishlari>
14. Худойназаров Ф.Ж. Кўп энергия сарфлайдиган индукцион печларни энергия самарадорлигини ошириш . "Саноат инженериясининг долзарб муаммолари" Республика илмий-амалий анжумани, материаллари тўплами. Бухоро: 2021. 509-510 б.





15. Худойназаров Ф.Ж. Росабоев А.Т. Шойимов П. Муродов Б.Б. Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари экинлари уруғларини трибоэлектрик қурилмада саралаш. Озиқ-овқат, нефтгаз ва кимё саноатини ривожлантиришнинг долзарб муаммоларини ечишнинг инновацион йўллари. Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. 2-том, Бухоро: 2020. 71-74 б.
16. Худойназаров Ф.Ж. Хафизов И.И. Шарипов Ш.Н. Саноат корхоналарида зарарли газ ва чанглардан тозаловчи энергия самарадор электр филтрларни қўллаш (монография) Бухоро: “Бухоро нашр”, 2020.108 б.
17. Худойназаров Ф.Ж. ELEKTR YURITMA ASOSLARI FANINI O'RGANISHNING AMALIY AHAMIYATI «Zamonaviy dunyoda ijtimoiy fanlar: nazariy va amaliy izlanishlar» nomli ilmiy, masofaviy, onlayn konferensiya <https://doi.org/10.5281/zenodo.7589718>.

