DISKRET FURYE O‘ZGARISHI VA UNING XOSSALARI

Dalibekov Lochinbek Rustambekovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti o‘qituvchisi

Aripova Aziza Baxtiyarovna
Shafkatullayeva Vasila Bahramdjanovna
Farg‘ona davlat texnika universiteti
732-23-guruh talabalari

Annotatsiya. Maqolada raqamli signallarga ishlov berishning fundamental asosi hisoblangan Diskret Furye O‘zgarishi (DFO) va uning matematik xossalari IMRAD standarti asosida tahlil qilingan. Tadqiqot davomida DFOning chiziqlilik, vaqt bo‘yicha siljish, davriylik xossalari hamda Parseval teoremasining mohiyati ochib berilgan. Klassik DFO va Tezkor Furye O‘zgarishi (FFT) algoritmlarining hisoblash murakkabligi o‘zaro solishtirilib, FFTning samaradorligi tahlil qilingan. Maqola yakunida DFO xossalarining zamonaviy aloqa tizimlari (5G, OFDM) va ma’lumotlarni siqish texnologiyalaridagi amaliy ahamiyati yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Diskret Furye O‘zgarishi, DFO, Tezkor Furye O‘zgarishi, FFT, signallarga ishlov berish, chastota spektri, Parseval teoremasi, chiziqlilik.

Kirish

Hozirgi davrda raqamli texnologiyalarning rivojlanishi bilan signal va tasvirlarni qayta ishlash sohasi muhim ilmiy hamda amaliy yo‘nalishlardan biriga aylandi. Telekommunikatsiya tizimlari, sun’iy intellekt, multimedia vositalari, radar qurilmalari va tibbiyot uskunalarida turli ko‘rinishdagi signallarni qayta ishlash zarur hisoblanadi. Ayniqsa, axborotni tezkor uzatish, saqlash va tahlil qilish jarayonlarida raqamli signalni qayta ishlash usullari katta ahamiyat kasb etmoqda.

Shunday usullardan biri Diskret Furye O‘zgarishi hisoblanadi. Ushbu o‘zgarish yordamida signal vaqt sohasi ko‘rinishidan chastota sohasi ko‘rinishiga o‘tkaziladi. Natijada signal tarkibidagi asosiy chastotalarni aniqlash, ularni tahlil qilish va qayta ishlash imkoniyati paydo bo‘ladi. Diskret Furye O‘zgarishi murakkab signallarni oddiy

sinusoidal komponentlarga ajratib beradi va bu jarayon ko‘plab texnologik tizimlarning asosini tashkil etadi.

Bugungi kunda Diskret Furye O‘zgarishi audio va video siqish tizimlari, mobil aloqa, sun’iy yo‘ldosh texnologiyalari, biometrik tizimlar hamda raqamli tasvirlarni qayta ishlashda keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, FFT deb ataluvchi Fast Fourier Transform algoritmi DFO ni tezkor hisoblash imkonini yaratib, zamonaviy kompyuter tizimlari samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda.

Mazkur referatda Diskret Furye O‘zgarishining nazariy asoslari, matematik ifodasi, asosiy xossalari, qo‘llanilish sohalari hamda zamonaviy texnologiyalardagi o‘rni haqida batafsil ma’lumot beriladi. Shuningdek, mavzu yuzasidan internet manbalari, video materiallar va ilmiy adabiyotlar tahlil qilinadi.

Diskret Furye o‘zgarishi haqida umumiy tushuncha

Diskret Furye O‘zgarishi raqamli signalni qayta ishlashda qo‘llaniladigan muhim matematik usullardan biri hisoblanadi. Ushbu o‘zgarish yordamida diskret signal tarkibidagi chastotalar aniqlanadi va signalning ichki tuzilishi tahlil qilinadi. DFO murakkab signalni oddiy sinusoidal va kosinusoidal komponentlarga ajratib beradi. Shu sababli u signalni tahlil qilish, filtrlash va siqish jarayonlarida keng qo‘llaniladi.

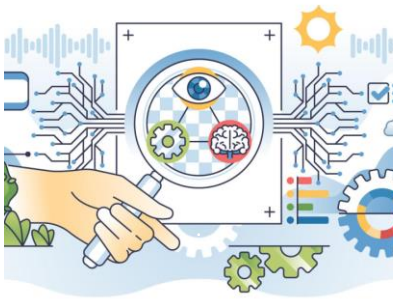
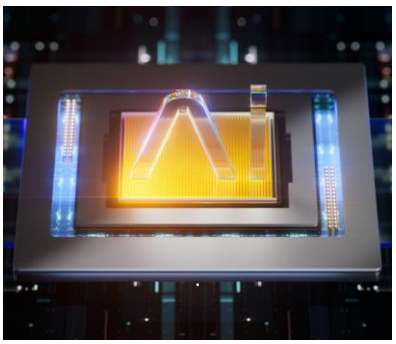
Oddiy tushuntirganda, vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi signal chastota sohasi ko‘rinishiga o‘tkaziladi. Natijada signal tarkibida qaysi chastotalar mavjudligi va ularning amplitudalari aniqlanadi. Bu esa signal ustida turli matematik va texnologik amallar bajarishni osonlashtiradi.

Diskret Furye O‘zgarishi uzluksiz Furye o‘zgarishining diskret ko‘rinishi bo‘lib, kompyuter tizimlarida aynan diskret qiymatlar bilan ishlash imkonini beradi. Zamonaviy raqamli qurilmalar analog signallarni diskret ko‘rinishga aylantirgan holda qayta ishlaydi. Shu sababli DFO raqamli texnologiyalarda asosiy vositalardan biri hisoblanadi.

DFO quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi:

- Musiqa va audio signallarni tahlil qilish
- Tasvir va videolarni siqish

- Mobil aloqa tizimlari va Wi-Fi, 5G texnologiyalari
- Sun’iy yo‘ldosh aloqa tizimlari
- Radar va navigatsiya qurilmalari
- Tibbiy signal va tasvirlarni qayta ishlash
- Sun’iy intellekt tizimlari

Masalan, MP3 formatida audio fayllarni siqishda signal tarkibidagi ortiqcha chastotalar aniqlanib qisqartiriladi. JPEG formatida esa tasvir ma’lumotlarini siqishda Furye usullaridan foydalaniladi. Mobil aloqa tizimlarida esa signalni tez va sifatli uzatishda DFO muhim rol o‘ynaydi.

Hozirgi kunda Diskret Furye O‘zgarishi signalni qayta ishlash, ma’lumot uzatish va multimedia texnologiyalarining ajralmas qismi hisoblanadi.

DFO ning matematik ifodasi

Diskret Furye O‘zgarishi signalni vaqt sohasi ko‘rinishidan chastota sohasi ko‘rinishiga o‘tkazuvchi matematik usul hisoblanadi. Ushbu o‘zgarish yordamida signal tarkibidagi chastotalar va ularning qiymatlari aniqlanadi.

Diskret Furye O‘zgarishining matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

Bu formulada:

- ❖ x(n) — kirish signalining diskret qiymatlari
- ❖ X(k) — signalning chastota spektri
- ❖ N — signal tarkibidagi umumiy namunalar soni

- ❖ k — chastota indeksi
- ❖ n — vaqt indeksi
- ❖ j — mavhum birlik

Mazkur formula yordamida signalning har bir chastota komponenti alohida hisoblab chiqiladi. Natijada signal tarkibida qaysi chastotalar mavjudligi aniqlanadi.

DFO ning asosiy vazifasi signalni sinusoidal to‘lqinlarga ajratishdan iborat. Har bir sinusoidal komponent ma’lum chastota, amplituda va fazaga ega bo‘ladi. Shu sababli DFO signalning spektral tarkibini tahlil qilish imkonini beradi.

Masalan, audio signalni olaylik. Inson eshitayotgan tovush aslida turli chastotalarning yig‘indisidan tashkil topgan bo‘ladi. DFO yordamida ushbu tovush tarkibidagi past, o‘rta va yuqori chastotalar aniqlanadi. Bu jarayon musiqa dasturlari, ovoz filtrlari va akustik tizimlarda keng qo‘llaniladi.

DFO hisoblash jarayoni katta hajmdagi matematik amallarni talab qiladi. Ayniqsa, namunalar soni ko‘paygan sari hisoblash murakkablashadi. Shu sababli amaliyotda Fast Fourier Transform algoritmi qo‘llaniladi. FFT DFO ni tezkor hisoblash imkonini beradi va zamonaviy kompyuter tizimlari samaradorligini oshiradi.

Diskret Furye O‘zgarishining matematik modeli telekommunikatsiya, radar, sun’iy intellekt, multimedia va tibbiyot sohalarida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Teskari Diskret Furye O‘zgarishining matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$x(n) = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$$

Bu yerda:

- x(n) — tiklanayotgan signal
- X(k) — chastota spektri
- N — namunalar soni
- k — chastota indeksi
- n — vaqt indeksi
- j — mavhum birlik

Mazkur formula yordamida chastota komponentlari yig‘ilib, original signal hosil qilinadi. Agar DFO jarayonida ma’lumot yo‘qolmagan bo‘lsa, signal to‘liq qayta tiklanadi.

Teskari DFO multimedia va telekommunikatsiya tizimlarida keng qo‘llaniladi. Masalan, audio yoki video fayl siqilgandan so‘ng uni qayta ochishda aynan teskari Furye o‘zgarishi ishlatiladi. MP3 yoki JPEG formatlarida ma’lumotni tiklash jarayoni shu prinsip asosida bajariladi.

Shuningdek, teskari DFO:

- ❖ raqamli filtratsiyada
- ❖ tasvirlarni qayta ishlashda
- ❖ radar tizimlarida
- ❖ tibbiy signal tahlilida
- ❖ sun’iy intellekt tizimlarida

muhim vazifani bajaradi.

DFO ning asosiy xossalari

Diskret Furye O‘zgarishi bir qator muhim matematik xossalarga ega. Ushbu xossalar signalni qayta ishlash jarayonlarini soddalashtiradi va amaliy tizimlarda samarali ishlash imkonini beradi. DFO xossalari telekommunikatsiya, multimedia, radar va raqamli filtratsiya tizimlarida keng qo‘llaniladi.

1. Chiziqlilik xossasi

DFO ning asosiy xossalaridan biri chiziqlilik hisoblanadi. Agar ikkita signal mavjud bo‘lsa, ularning yig‘indisining DFO si alohida signallarning DFO lar yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Matematik ko‘rinishi:

$$\mathrm{DFO}[\mathrm{ax1(n)} + \mathrm{bx2(n)}] = \mathrm{aX1(k)} + \mathrm{bX2(k)}$$

Bu yerda a va b o‘zgarmas sonlar hisoblanadi.

Mazkur xossa murakkab signallarni qismlarga ajratib tahlil qilish imkonini beradi. Signalni qayta ishlashda hisoblashlarni soddalashtirish uchun keng foydalaniladi.

2. Periodiklik xossasi

DFO natijalari davriy xarakterga ega bo‘ladi. Ya’ni spektr ma’lum davrdan keyin takrorlanadi.

Matematik ifodasi:

$$X(k + N) = X(k)$$

Bu xossa signalning diskret tabiati bilan bog‘liq. Periodiklik xossasi spektrlarni tahlil qilish va signalni kodlash tizimlarida muhim rol o‘ynaydi.

3. Siljitish xossasi

Agar signal vaqt bo‘yicha surilsa, uning chastota spektrida faza o‘zgarishi yuz beradi.

Matematik ifodasi:

$$X(k + N) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$$

Bu xossa signalning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini spektr orqali kuzatish imkonini beradi. Telekommunikatsiya tizimlarida va sinxronizatsiya jarayonlarida katta ahamiyatga ega.

4. Simmetriya xossasi

Haqiqiy signallar uchun DFO spektri ma’lum simmetriyaga ega bo‘ladi. Bu xossa hisoblash hajmini kamaytirishga yordam beradi.

Matematik ko‘rinishi:

$$X(N - k) = X * (k)$$

Bu yerda:

X*(k) — kompleks qo‘shma qiymat

Mazkur xossa audio va tasvir signallarini qayta ishlashda samarali foydalaniladi.

5. Konvolyutsiya xossasi

DFO ning eng muhim xossalaridan biri konvolyutsiya xossasi hisoblanadi. Ikki signalning vaqt sohasidagi konvolyutsiyasi chastota sohasida oddiy ko‘paytirishga teng bo‘ladi.

Matematik ifodasi:

$$x1(n) * x2(n) \leftrightarrow X1(k)X2(k)$$

Bu xossa raqamli filtratsiya tizimlarida juda muhim hisoblanadi. Chunki murakkab konvolyutsiya amallari o‘rniga oddiy ko‘paytirish bajariladi va hisoblash tezligi oshadi.

Tezkor Furye algoritmi

Diskret Furye O‘zgarishini hisoblash jarayoni katta hajmdagi matematik amallarni talab qiladi. Ayniqsa, signal tarkibidagi namunalar soni ortgan sari hisoblash murakkablashadi va ko‘proq vaqt talab etadi.

Shu sababli DFO ni tezkor hisoblash uchun Fast Fourier Transform deb ataluvchi algoritm ishlab chiqilgan.

Fast Fourier Transform yoki FFT Diskret Furye O‘zgarishining optimallashtirilgan ko‘rinishi hisoblanadi. Ushbu algoritm DFO hisoblash jarayonini ancha tezlashtiradi va kompyuter resurslarini tejaydi. FFT yordamida katta hajmdagi signallar qisqa vaqt ichida qayta ishlanishi mumkin.

Oddiy DFO algoritmida hisoblash murakkabligi quyidagicha ifodalanadi:

$$O(N^2)$$

FFT algoritmida esa hisoblash murakkabligi kamayadi:

$$O(NlogN)$$

Bu esa hisoblash tezligini sezilarli darajada oshiradi.

FFT algoritmining asosiy afzalliklari:

- Hisoblash tezligini oshiradi
- Kompyuter xotirasidan samarali foydalanadi
- Real vaqt tizimlarida ishlash imkonini beradi
- Signalni tezkor tahlil qilishga yordam beradi
- Katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlashni osonlashtiradi

FFT algoritmi bugungi kunda ko‘plab texnologik tizimlarda qo‘llaniladi.

Audio dasturlarda

Musiqa va ovoz signallarini qayta ishlashda FFT yordamida tovush chastotalari aniqlanadi. Ekvalayzer va audio filtrlarda ushbu algoritm keng ishlatiladi.

Mobil aloqa tizimlarida

4G va 5G aloqa tizimlarida signalni uzatish va qabul qilish jarayonida FFT asosiy texnologiyalardan biri hisoblanadi.

Video siqish tizimlarida

Video va tasvirlarni siqishda signal tarkibidagi ortiqcha ma’lumotlarni aniqlash uchun FFT algoritmidan foydalaniladi.

Sun’iy intellekt tizimlarida

Tasvirlarni tahlil qilish, ovozni aniqlash va pattern recognition tizimlarida FFT muhim rol o‘ynaydi.

Tibbiyotda

EKG, EEG va MRT signallarini qayta ishlashda FFT yordamida biologik signallar tahlil qilinadi.

Diskret Furye o‘zgarishining qo‘llanilishi

Diskret Furye O‘zgarishi zamonaviy raqamli texnologiyalarning muhim qismi hisoblanadi. U signal va tasvirlarni tahlil qilish, qayta ishlash hamda uzatish jarayonlarida keng qo‘llaniladi. DFO yordamida murakkab signallar tarkibidagi chastotalar aniqlanadi va bu turli texnologik tizimlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Telekommunikatsiyada

Telekommunikatsiya tizimlarida DFO signalni modulyatsiya qilish va uzatishda muhim rol o‘ynaydi. Mobil aloqa, internet va sun’iy yo‘ldosh aloqa tizimlarida signalning chastota tarkibini aniqlash zarur bo‘ladi.

Ayniqsa:

- 4G va 5G mobil aloqa tizimlari
- Wi-Fi texnologiyalari
- OFDM uzatish usullari
- Sun’iy yo‘ldosh aloqasi

kabi tizimlarda DFO va FFT algoritmlari keng qo‘llaniladi.

DFO yordamida signal shovqinlardan tozalanadi va uzatish sifati yaxshilanadi.

Tibbiyotda

Tibbiyot sohasida biologik signallarni tahlil qilish uchun DFO dan foydalaniladi. Inson organizmidan olinadigan signallar murakkab tuzilishga ega bo‘lgani sababli ularni chastota bo‘yicha tahlil qilish muhim hisoblanadi.

DFO quyidagi tizimlarda ishlatiladi:

- ❖ EKG signallarini tahlil qilish
- ❖ EEG miya signallarini o‘rganish
- ❖ MRT tasvirlarini qayta ishlash
- ❖ Ultratovush qurilmalari

Masalan, yurak urishidagi o‘zgarishlarni aniqlashda EKG signalining chastota spektri tekshiriladi.

Multimedia tizimlarida

Multimedia texnologiyalarida DFO eng ko‘p qo‘llaniladigan usullardan biridir. Audio, video va tasvirlarni siqish jarayonlari aynan Furye usullariga asoslanadi.

Quyidagi formatlarda DFO qo‘llaniladi:

- ❖ MP3 audio formati
- ❖ JPEG tasvir formati
- ❖ MPEG video formati

Signal tarkibidagi ortiqcha ma’lumotlar aniqlanib qisqartiriladi. Natijada fayl hajmi kamayadi va saqlash samaradorligi oshadi.

Radar tizimlarida

Radar tizimlarida DFO obyektlarni aniqlash va masofani o‘lchashda ishlatiladi. Radar signallari qaytgan to‘lqinlarni tahlil qilish orqali obyektning joylashuvi va harakat tezligini aniqlaydi.

DFO yordamida:

- ❖ Samolyotlarni aniqlash
- ❖ Avtomobil radar tizimlari
- ❖ Harbiy kuzatuv tizimlari
- ❖ Navigatsiya qurilmalari

ishlash samaradorligi oshiriladi.

Sun’iy intellektda

Sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish tizimlarida DFO tasvir va signal tahlili uchun qo‘llaniladi. Ayniqsa pattern recognition tizimlarida chastota komponentlarini aniqlash muhim hisoblanadi.

DFO quyidagi yo‘nalishlarda ishlatiladi:

- Yuzni aniqlash tizimlari
- Ovoz tanish dasturlari
- Tasvirlarni tahlil qilish
- Robototexnika
- Neyron tarmoqlar

Masalan, ovozli yordamchilar inson nutqidagi chastotalarni tahlil qilish orqali buyruqlarni aniqlaydi.

Diskret Furye O‘zgarishi zamonaviy texnologiyalarning ko‘plab sohalarida muhim vosita hisoblanadi. U signalni tezkor va aniq qayta ishlash imkonini berib, raqamli tizimlarning samaradorligini oshiradi.

Zamonaviy texnologiyalarda DFO

Hozirgi kunda Diskret Furye O‘zgarishi zamonaviy raqamli texnologiyalarning ajralmas qismiga aylangan. Axborot hajmining ortishi va real vaqt rejimida ma’lumotlarni qayta ishlash zarurati DFO ning ahamiyatini yanada oshirmoqda. Signal va tasvirlarni tezkor tahlil qilish imkoniyati sababli ushbu usul ko‘plab ilg‘or texnologik tizimlarda faol qo‘llanilmoqda.

5G texnologiyalarida

5G mobil aloqa tizimlari yuqori tezlikdagi ma’lumot uzatishni talab qiladi. Bunday tizimlarda signalni samarali qayta ishlash va shovqinlarni kamaytirish muhim hisoblanadi.

DFO va FFT yordamida:

- signal modulyatsiyasi bajariladi
- ma’lumot uzatish tezligi oshiriladi
- tarmoqdagi shovqin kamaytiriladi
- aloqa sifati yaxshilanadi

OFDM texnologiyasi aynan Furye o‘zgarishlariga asoslangan.

Robototexnikada

Robototexnika tizimlarida sensorlardan kelayotgan ma’lumotlarni tahlil qilish uchun DFO qo‘llaniladi. Robotlar atrof-muhit haqidagi signallarni qayta ishlash orqali harakatlanadi va qaror qabul qiladi.

DFO quyidagi jarayonlarda ishlatiladi:

- tovush signallarini aniqlash
- tasvirlarni qayta ishlash
- harakatni tahlil qilish
- sensor ma’lumotlarini filtrlash

Bu robotlarning aniqligi va tezkorligini oshiradi.

Avtomobil sensor tizimlarida

Zamonaviy avtomobillarda ko‘plab aqlli sensor tizimlari mavjud. Radar va lidar qurilmalari signal tahliliga asoslanadi.

DFO yordamida:

- masofa aniqlanadi
- obyekt harakati kuzatiladi
- to‘siqlar aniqlanadi
- avtomatik boshqaruv tizimlari ishlaydi

Haydovchisiz avtomobillarda Furye algoritmlari juda muhim hisoblanadi.

Kosmik aloqa tizimlarida

Sun’iy yo‘ldosh va kosmik aloqa tizimlarida katta hajmdagi signal uzatiladi. Kosmik sharoitda signal sifatini saqlash murakkab vazifa hisoblanadi.

DFO quyidagilar uchun qo‘llaniladi:

- signalni filtrlash
- shovqinlarni kamaytirish
- ma’lumotlarni siqish
- uzoq masofali aloqa sifatini oshirish

Kosmik tadqiqotlarda yuqori aniqlikdagi signal tahlili katta ahamiyatga ega.

Biometrik tizimlarda

Biometrik xavfsizlik tizimlarida insonning biologik xususiyatlari tahlil qilinadi. DFO biometrik ma’lumotlarni qayta ishlashda samarali usul hisoblanadi.

Quyidagi tizimlarda qo‘llaniladi:

- ❖ yuzni aniqlash
- ❖ ovozni tanish
- ❖ barmoq izi tahlili
- ❖ ko‘z to‘r pardasi identifikatsiyasi

Signalning chastota tarkibi orqali biometrik aniqlik oshiriladi.

Xulosa

Diskret Furye o‘zgarishi zamonaviy axborot texnologiyalarining asosiy elementlaridan biri hisoblanadi. U signal tarkibini tahlil qilish, siqish va uzatishda katta rol o‘ynaydi.

DFO:

- Telekommunikatsiya
- Multimedia
- Sun’iy intellekt
- Tibbiyot
- Radar tizimlari

kabi ko‘plab sohalarda muhim vosita sifatida qo‘llaniladi.

Kelajakda signalni qayta ishlash texnologiyalari rivojlanishi bilan DFO ning ahamiyati yanada ortadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. АХМЕДОВ, Х., & ДАЛИБЕКОВ, Л. (2026). АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЩЕСТВА, НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ. *Москва*, *2*, 10-12.

2. АХМЕДОВ, Х., & ДАЛИБЕКОВ, Л. (2026). НАУКА СЕГОДНЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ. *Москва*, *2*, 8-10.

3. Dalibekov, L. R., & Axmedov, X. A. (2026, March). LINTER MASHINASI ISHCHI KAMERASIDAGI XOMASHYO VALIGINI NAZORAT QILUVCHI QURILMA YUZASIDA XOMASHYO HARAKATINING NAZARIY TADQIQI. In *International Online Multidisciplinary Conference* (pp. 416-419).

5. Dalibekov, L. R., & Axmedov, X. A. (2026, March). LINTER MASHINASI ISHCHI KAMERASIDAGI XOMASHYO VALIGINI NAZORAT QILUVCHI QURILMA YUZASIDA XOMASHYO HARAKATINING NAZARIY TADQIQI. In *International Online Multidisciplinary Conference* (pp. 416-419).

6. Dalibekov, L. R., & Ergashev, I. O. (2026, March). JAHONDA VA MAMLAKATIMIZDAGI MOMIQ AJRATGICH MASHINALARINING MUAMMOLARI VA ULARNI YECHIMLARI. In *International Online Multidisciplinary Conference* (pp. 413-416).