# KO‘P TILLI MULOQOT TIZIMLARIDA SUN’IY INTELLEKT, MASHINALI O‘QITISH VA CHUQUR O‘QITISH MODELLARINING QO‘LLANILISHI

*Dusanov Xurshid Toshpulatovich[1], Nuritdinov Nurbek Davlataliyevich[2], G’ulomjonov Bunyodbek Marufjon o‘g’li[3]*

*[1]Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti t.f.f.d dotsenti,*
*[2]Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti katta o‘qituvchisi*
*[3]Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti 3-kurs talabasi*
*E-mail: gulomjonovbunyodbek60@gmail.com nuritdinovnurbek85@gmail.com*

*K E Y W O R D S*

sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, chuqur o‘qitish, ko‘p tilli muloqot, avtomatik nutqni tanib olish, neyron mashinali tarjima, matndan nutq sintezlash, Transformer, Whisper

*A B S T R A C T*

Ushbu maqolada ko‘p tilli muloqot tizimlarida sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish va chuqur o‘qitish modellarining qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Tadqiqotda ASR, neyron mashinali tarjima, TTS va speech-to-speech translation texnologiyalarining o‘zaro bog‘liqligi yoritildi. Transformer, wav2vec 2.0, XLS-R, Whisper, NLLB va SeamlessM4T modellarining imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, o‘zbek tili uchun ma’lumotlar tanqisligi, akustik-lingvistik farqlar va kar-soqov foydalanuvchilar uchun mos interfeys yaratish masalalari tahlil qilindi.

## 1. Kirish

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi inson va kompyuter o‘rtasidagi tabiiy muloqot shakllarini tubdan o‘zgartirmoqda. Ayniqsa, nutqni avtomatik tanib olish, tabiiy tilni qayta ishlash, mashinali tarjima va matndan nutq sintezlash texnologiyalari inson nutqini raqamli muhitda qayta ishlash, tarjima qilish va foydalanuvchiga mos shaklda taqdim etish imkonini bermoqda. Bunday texnologiyalar asosida yaratiladigan ko‘p tilli muloqot tizimlari turli tillarda so‘zlashuvchi foydalanuvchilar o‘rtasida axborot almashinuvini yengillashtiradi.

Taklif etilayotgan yondashuvda ko‘p tilli muloqot jarayoni mustaqil modullar ketma-ketligi sifatida emas, balki ASR, NMT va TTS natijalari o‘zaro bog‘liq holda baholanadigan yagona intellektual pipeline sifatida qaraladi. Birinchi modul nutq signalini qabul qilib, uni matn ko‘rinishiga o‘tkazadi. Ikkinchi modul hosil qilingan matnni maqsad tilga tarjima qiladi. Uchinchi modul esa tarjima qilingan matnni ovozli yoki vizual shaklda foydalanuvchiga qaytaradi. Bunday yondashuv avtomatik nutqni tanib olish, neyron mashinali tarjima va matndan nutq sintezlash texnologiyalarining yagona tizimda integratsiyalashgan holda ishlashini talab etadi.

Ko‘p tilli muloqot tizimlari, ayniqsa, eshitish va nutqida nuqsoni bo‘lgan insonlar, jumladan kar-soqov shaxslar uchun muhim ahamiyatga ega. Chunki bunday foydalanuvchilar uchun oddiy audio muloqot yetarli bo‘lmasligi mumkin. Shu sababli ularga nutqni matnga aylantirish, matnni boshqa tilga tarjima qilish, natijani vizual ko‘rsatish yoki qayta ovozli shaklda yetkazish kabi funksiyalar zarur bo‘ladi. Bu esa ko‘p modulli, moslashuvchan va real vaqtga yaqin ishlaydigan intellektual tizimlarni ishlab chiqishni talab qiladi.

An’anaviy nutqni qayta ishlash tizimlarida MFCC, LPC, HMM va GMM kabi usullardan keng foydalanilgan. Biroq so‘nggi yillarda chuqur o‘qitish modellarining rivojlanishi natijasida CNN, RNN, LSTM, Transformer, wav2vec 2.0, Whisper va boshqa yirik neyron modellar nutq va matnni qayta ishlash jarayonlarida yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda[1,2]. Ushbu modellar katta hajmdagi ma’lumotlardan umumiy akustik, fonetik va semantik belgilarni o‘rganish orqali turli tillar va turli muloqot sharoitlarida qo‘llanilishi mumkin.

Mazkur maqolaning maqsadi ko‘p tilli muloqot tizimlarida sun’iy intellekt, mashinali

(cc) BY 

o‘qitish va chuqur o‘qitish modellarining qo‘llanilishini tahlil qilish, ularning asosiy vazifalarini aniqlash hamda o‘zbek tili sharoitida bunday tizimlarni yaratishda yuzaga keladigan ilmiy-amaliy muammolarni ko‘rsatishdan iborat.

## 2. Usullar

### 2.1. Ko‘p tilli muloqot tizimining umumiy arxitekturasi

Ko‘p tilli intellektual muloqot tizimi foydalanuvchi tomonidan kiritilgan nutq yoki matnli axborotni qayta ishlash, uni boshqa tilga o‘tkazish va natijani foydalanuvchiga qulay shaklda taqdim etishga xizmat qiladi. Bunday tizimning umumiy ishlash ketma-ketligi quyidagi bosqichlardan iborat bo‘ladi:

1. nutq signalini qabul qilish;
2. signalni dastlabki qayta ishlash;
3. akustik belgilarni ajratib olish;
4. avtomatik nutqni matnga aylantirish;
5. matnni maqsad tilga tarjima qilish;
6. tarjima qilingan matnni qayta ishlash;
7. matndan nutq sintezlash yoki vizual javob hosil qilish;
8. foydalanuvchiga natijani taqdim etish.

Ushbu bosqichlar o‘zaro ketma-ket bog‘langan bo‘lib, har bir modul umumiy tizim samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, nutqni tanib olish bosqichida yuzaga kelgan xatolik tarjima sifati va sintezlangan nutq tabiiyligiga ham ta’sir qiladi. Shu sababli ko‘p tilli muloqot tizimlarida faqat alohida modulni emas, balki butun tizim zanjirini kompleks baholash muhim hisoblanadi.

Ko‘p tilli muloqot tizimi quyidagi funksional modullar asosida tashkil etiladi. (1-jadval).

| Modul | Asosiy vazifasi | Qo‘llaniladigan modellar |
|---|---|---|
| ASR moduli | Nutqni matnga aylantirish | MFCC-HMM, wav2vec 2.0, XLS-R, Whisper |
| NMT moduli | Matnni bir tildan boshqa tilga tarjima qilish | Transformer, mBART, NLLB |
| TTS moduli | Matndan tabiiy nutq hosil qilish | Tacotron, FastSpeech, VITS |
| Integratsiya moduli | ASR, NMT va TTS modullarini bog‘lash | API, mikroxizmat, pipeline |
| Foydalanuvchi interfeysi | Natijani matn, ovoz yoki vizual ko‘rinishda chiqarish | Web, mobil ilova, chatbot |

### 2.2. Avtomatik nutqni tanib olishda sun’iy intellekt modellarining qo‘llanilishi.

Avtomatik nutqni tanib olish tizimlari inson tomonidan talaffuz qilingan nutq signalini matnli ko‘rinishga o‘tkazadi. Dastlabki ASR tizimlarida akustik belgilarni ajratib olish uchun MFCC, PLP, LPC kabi usullardan, akustik modellashtirish uchun esa HMM va GMM modellaridan foydalanilgan. Bunday yondashuvlarda nutq signali qisqa vaqtli kadrlarga bo‘linadi, spektral belgilar ajratiladi va keyinchalik ehtimollik modellarida baholanadi.

Zamonaviy ASR tizimlarida esa chuqur o‘qitish modellaridan keng foydalanilmoqda. CNN modellar nutq signalining lokal spektral xususiyatlarini ajratishda, RNN va LSTM modellar vaqt bo‘yicha ketma-ketlikni qayta ishlashda, Transformer modellar esa uzoq masofali kontekstni hisobga olishda samarali hisoblanadi. Ayniqsa, self-supervised learning yondashuvlari past resursli tillar uchun muhim ahamiyatga ega. Chunki bunday modellar katta hajmdagi belgilanmagan audio ma’lumotlardan umumiy akustik reprezentatsiyalarni o‘rganishi mumkin.

wav2vec 2.0 va XLS-R modellarining asosiy afzalligi shundaki, ular nutq signalining umumiy fonetik va akustik xususiyatlarini oldindan o‘rganadi, keyinchalik esa aniq bir til yoki vazifa uchun moslashtiriladi[2]. Bu yondashuv o‘zbek tili kabi belgilangan nutq korpuslari cheklangan tillarda ASR sifatini oshirish imkonini beradi. Whisper modeli esa katta hajmdagi ko‘p tilli audio va matn juftliklari asosida o‘qitilgani sababli turli tillar va turli talaffuz sharoitlarida nisbatan barqaror ishlashi bilan ajralib turadi[1].

(cc) BY

Ko‘p tilli muloqot tizimlari uchun ASR modulining asosiy vazifasi faqat nutqni matnga aylantirish emas, balki turli tillar, aksentlar, shovqinli muhit va talaffuz farqlariga moslashishdan iboratdir. Shuning uchun bunday tizimlarda modelni tanlashda aniqlik, tezkorlik, xotira sarfi, real vaqt rejimida ishlash imkoniyati va tilga moslashtirish darajasi hisobga olinishi zarur.

### 2.3. Neyron mashinali tarjima modellarining qo‘llanilishi

Ko‘p tilli muloqot tizimlarining ikkinchi muhim komponenti mashinali tarjima modulidir. Mashinali tarjima tizimlari kiruvchi matnni manba tildan maqsad tilga avtomatik o‘tkazadi. Avvalgi statistik mashinali tarjima tizimlarida tarjima jarayoni iboralar va ehtimollik modellariga asoslangan bo‘lsa, zamonaviy tizimlarda neyron mashinali tarjima yondashuvlari ustunlik qilmoqda.

Neyron mashinali tarjimada Transformer arxitekturasi eng samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi. Transformer modelida attention mexanizmi orqali matndagi so‘zlar va iboralar o‘rtasidagi semantik bog‘lanishlar aniqlanadi. Bu esa uzun gaplar, murakkab sintaktik tuzilmalar va kontekstga bog‘liq ma’nolarni yaxshiroq qayta ishlash imkonini beradi[3].

Ko‘p tilli tarjima tizimlarida bitta model bir nechta til juftliklari bo‘yicha o‘qitilishi mumkin. Bunday yondashuvda yuqori resursli tillardan o‘rganilgan bilimlar past resursli tillarga transfer qilinadi. Masalan, o‘zbek tili uchun parallel korpuslar hajmi ingliz, rus yoki boshqa yirik tillarga nisbatan kam bo‘lsa, ko‘p tilli model boshqa turkiy yoki yaqin grammatik tuzilishga ega tillardan o‘rganilgan umumiy belgilar orqali tarjima sifatini oshirishi mumkin.

NLLB kabi modellar ko‘p tilli tarjimada past resursli tillarni qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan yirik yondashuvlardan biridir[4]. Bunday modellar tarjima jarayonida faqat so‘zma-so‘z moslikni emas, balki kontekst, semantik moslik va tilga xos grammatik tuzilmani ham hisobga oladi[5]. Ko‘p tilli muloqot tizimlarida NMT moduli ASR natijasida hosil bo‘lgan matnni qayta ishlaydi[6]. Shu sababli ASR xatoliklarini kamaytirish, matnni normallashtirish, tinish belgilarini tiklash va grammatik xatolarni tuzatish tarjima sifatiga bevosita ta’sir qiladi.

### 2.4. Matndan nutq sintezlash va ovozli qayta aloqa

Matndan nutq sintezlash tizimlari matnli axborotni tabiiy nutqqa yaqin ovozli shaklga aylantiradi[7]. Ko‘p tilli muloqot tizimlarida TTS moduli tarjima qilingan matnni foydalanuvchi yoki suhbatdoshga ovozli ko‘rinishda yetkazish uchun xizmat qiladi. Ayniqsa, kar-soqov foydalanuvchilar bilan muloqotda bu modul ikki tomonlama kommunikatsiyani tashkil etishda muhim o‘rin tutadi[8].

An’anaviy TTS tizimlarida birliklarni birlashtirish yoki statistik parametrik sintez usullaridan foydalanilgan. Hozirgi kunda esa Tacotron, FastSpeech, VITS va boshqa chuqur o‘qitishga asoslangan modellar tabiiylik[9], ravonlik va emotsional ohangni yaxshiroq ifodalash imkonini bermoqda. Bunday modellar matnni fonemalar, bo‘g‘inlar yoki belgilar ketma-ketligi sifatida qabul qilib, akustik belgilarni hosil qiladi, keyin esa vokoder yordamida ovozli signal shakllantiriladi[10].

O‘zbek tili uchun TTS tizimlarini yaratishda fonetik, morfologik va urg‘u bilan bog‘liq xususiyatlarni hisobga olish zarur[11]. O‘zbek tilida so‘zlarning qo‘shimchalar orqali yasalishi, unlilar uyg‘unligi, talaffuzdagi hududiy farqlar va urg‘u xususiyatlari sintezlangan nutq sifati va tabiiyligiga ta’sir qiladi. Shuning uchun ko‘p tilli TTS moduli tilga xos fonetik qoidalar va nutq korpuslari asosida moslashtirilishi kerak.

### 2.5. Speech-to-speech translation va integratsiyalashgan yondashuv

So‘nggi yillarda speech-to-speech translation, ya’ni nutqdan nutqqa tarjima qilish yo‘nalishi alohida ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda[12]. Bu yondashuvda tizim kiruvchi nutqni qabul qiladi, uni boshqa tilga tarjima qiladi va natijani yana nutq shaklida chiqaradi. Bunday tizimlar ikki xil usulda tashkil etilishi mumkin: kaskadli va end-to-end.

Kaskadli yondashuvda tizim ASR, NMT va TTS modullarini ketma-ket ishlatadi. Bu usul tushunarli, modulli va har bir komponentni alohida

(cc) BY 

sozlash imkonini beradi. Ammo unda bir moduldagi xatolik keyingi modulga o‘tib, umumiy natijaga salbiy ta’sir qilishi mumkin. End-to-end yondashuvda esa tizim nutqdan bevosita boshqa tildagi nutqni hosil qilishga o‘rgatiladi. Bu yondashuv nazariy jihatdan samarali bo‘lsa-da, katta hajmdagi parallel nutq ma’lumotlarini talab qiladi[13].

SeamlessM4T kabi modellar aynan ko‘p tilli va multimodal muloqot tizimlarida ASR, tarjima va TTS vazifalarini yagona model yoki yagona platforma doirasida birlashtirish imkonini ko‘rsatmoqda. Bunday yondashuvlar kelajakda kar-soqov foydalanuvchilar, xalqaro ta’lim, turizm, davlat xizmatlari, tibbiyot va masofaviy muloqot sohalarida keng qo‘llanilishi mumkin[14].

### 3. Natijalar va muhokama

O‘tkazilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, ko‘p tilli muloqot tizimlarida sun’iy intellekt modellaridan foydalanish bir nechta muhim ustunliklarni ta’minlaydi. Birinchidan, chuqur o‘qitish modellarining katta hajmdagi ma’lumotlardan umumiy belgilarni o‘rganish qobiliyati turli tillar va muloqot sharoitlariga moslashish imkonini beradi. Ikkinchidan, self-supervised learning yondashuvlari belgilanmagan audio ma’lumotlardan foydalanib, past resursli tillar uchun ham samarali nutq reprezentatsiyalarini shakllantirishga yordam beradi. Uchinchidan, Transformer asosidagi neyron modellar nutq va matn ketma-ketliklaridagi uzoq masofali bog‘lanishlarni hisobga olish orqali tanib olish va tarjima sifatini oshiradi.

Ko‘p tilli muloqot tizimlarida eng muhim masalalardan biri modullararo integratsiyadir. Agar ASR moduli noto‘g‘ri matn hosil qilsa, NMT moduli ham noto‘g‘ri tarjima ishlab chiqaradi. Shuningdek, tarjima qilingan matn grammatik yoki semantik jihatdan noto‘g‘ri bo‘lsa, TTS moduli uni ovozli shaklda to‘g‘ri yetkazgan taqdirda ham umumiy muloqot sifati past bo‘ladi. Shu sababli bunday tizimlarda har bir bosqichni alohida va umumiy pipeline sifatida baholash zarur.

O‘zbek tili sharoitida ko‘p tilli muloqot tizimini yaratishda bir nechta muammolar mavjud. Birinchisi katta hajmdagi sifatli nutq va matn korpuslarining yetarli emasligi. Ikkinchisi o‘zbek tilining morfologik jihatdan boyligi va so‘z shakllarining ko‘pligi. Uchinchisi talaffuz, sheva, urg‘u va fonetik o‘zgarishlarning nutqni tanib olish aniqligiga ta’siri. To‘rtinchisi o‘zbek, rus va ingliz tillari o‘rtasida tarjima qilishda semantik moslikni saqlash masalasi. Beshinchisi tizimni real vaqt rejimida ishlashga moslashtirish.

Kar-soqov foydalanuvchilar uchun bunday tizimlarda interfeys alohida ahamiyatga ega. Oddiy ASR yoki tarjima tizimi yetarli bo‘lmasligi mumkin, chunki foydalanuvchiga matn, ovoz, vizual belgi, subtitr yoki imo-ishora ko‘rinishidagi natija kerak bo‘lishi mumkin. Shu sababli ko‘p tilli muloqot tizimi foydalanuvchi ehtiyojiga moslashuvchan bo‘lishi lozim. Masalan, eshituvchi foydalanuvchi nutq orqali gapiradi, tizim uni matnga aylantiradi, zarur bo‘lsa tarjima qiladi va kar foydalanuvchiga matn yoki vizual shaklda ko‘rsatadi. Aksincha, kar foydalanuvchi matn kiritadi yoki vizual interfeysdan foydalanadi, tizim esa javobni ovozli shaklda chiqaradi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, ko‘p tilli muloqot tizimlari uchun quyidagi modulli yondashuv maqsadga muvofiq hisoblanadi:

- nutq signalini dastlabki qayta ishlash;
- ASR moduli orqali matn hosil qilish;
- matnni normallashtirish va xatolarni tuzatish;
- NMT moduli orqali tarjima qilish;
- TTS moduli orqali ovozli javob shakllantirish;
- foydalanuvchi turiga mos interfeys orqali natijani chiqarish.

Bunday arxitektura ilmiy jihatdan modullarni alohida takomillashtirish, amaliy jihatdan esa tizimni bosqichma-bosqich ishlab chiqish imkonini beradi. Dissertatsiya doirasida aynan ushbu yondashuv asosida o‘zbek, rus va ingliz tillarini qamrab oluvchi, kar-soqov foydalanuvchilar ehtiyojiga moslashtirilgan intellektual muloqot tizimini ishlab chiqish mumkin.

### 4. Xulosa

Ushbu maqolada ko‘p tilli muloqot tizimlarida sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish va chuqur o‘qitish modellarining qo‘llanilishi tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy ASR, NMT va TTS modellarining integratsiyasi turli tillarda tabiiy muloqotni tashkil

(cc) BY 

etish, real vaqtga yaqin tarjima qilish va foydalanuvchiga mos qayta aloqa yaratish imkonini beradi.

Ko‘p tilli muloqot tizimlari uchun Transformer, wav2vec 2.0, XLS-R, Whisper, NLLB va SeamlessM4T kabi modellar istiqbolli hisoblanadi. Ushbu modellar katta hajmdagi ma'lumotlardan fonetik, akustik va semantik belgilarni o‘rganib, past resursli tillar uchun ham moslashuvchan yechimlar yaratishga yordam beradi.

O‘zbek tili uchun bunday tizimlarni yaratishda nutq korpuslarining yetishmasligi, talaffuz va sheva farqlari, morfologik murakkablik, parallel tarjima ma'lumotlarining cheklanganligi hamda real vaqt rejimida ishlash kabi muammolar mavjud. Shu sababli kelgusida o‘zbek tili uchun sifatli nutq va matn korpuslarini shakllantirish, ASR–NMT–TTS modullarini moslashtirish hamda kar-soqov foydalanuvchilar uchun qulay interfeysga ega intellektual muloqot tizimini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Mazkur tahlil dissertatsiya tadqiqotida ko‘p tilli muloqot tizimlari uchun sun'iy intellektga asoslangan modulli arxitekturani ishlab chiqish, nutqni tanib olish, tarjima qilish va sintezlash algoritmlarini integratsiyalash hamda ularni o‘zbek tili sharoitida tajriba-sinovdan o‘tkazish zarurligini asoslaydi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati**

1. Radford A., Kim J.W., Xu T., Brockman G., McLeavey C., Sutskever I. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision // Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning. PMLR. 2023. Vol. 202. P. 28492–28518.
2. Babu A., Wang C., Tjandra A., Lakhotia K., Xu Q., Goyal N., Singh K., von Platen P., Saraf Y., Pino J., Baevski A., Conneau A., Auli M. XLS-R: Self-supervised Cross-lingual Speech Representation Learning at Scale // Proceedings of Interspeech 2022. 2022. P. 2278–2282. doi: 10.21437/Interspeech.2022-143.
3. Solidjonovich, M. N., & Davlataliyevich, N. N. (2025). Neyron STT, TTS va mashinali tarjima tizimlari o‘rtasida uzviy bog‘liqlikni idef1x modeli orqali modellashtirish. *Al-Farg‘oniy avlodlari* , *1* (2), 29-33.
4. Costa-jussà M.R. et al. No Language Left Behind: Scaling Human-Centered Machine Translation. arXiv preprint arXiv:2207.04672. 2022.
5. Barrault L., Chung Y.A., Meglioli M.C., Dale D., Dong N. et al. SeamlessM4T: Massively Multilingual & Multimodal Machine Translation. arXiv preprint arXiv:2308.11596. 2023.
6. Solidjonovich, M. N., & Davlataliyevich, N. N. (2025). Nutqni matnga va matnni nutqqa o‘tkazish dasturiy ta'minot uchun foydalanish diagrammalarini va asosiy sinflarini qurish. *Al-Farg‘oniy avlodlari* , *1* (1), 29-34.
7. Conneau A., Ma M., Khanuja S., Zhang Y., Axelrod V., Dalmia S., Riesa J., Rivera C., Bapna A. FLEURS: Few-shot Learning Evaluation of Universal Representations of Speech. arXiv preprint arXiv:2205.12446. 2022.
8. Haddow B., Bawden R., Barone A.V.M., Helcl J., Birch A. Survey of Low-Resource Machine Translation // Computational Linguistics. 2022. Vol. 48. No. 3. P. 673–732.
9. Jia Y., Ramanovich M.T., Wang Q., Zen H. CVSS Corpus and Massively Multilingual Speech-to-Speech Translation // Proceedings of the 13th Language Resources and Evaluation Conference. 2022. P. 6691–6703.
10. Duquenne P.-A., Gong H., Dong N., Du J., Lee A., Goswani V., Wang C., Pino J., Sagot B., Schwenk H. SpeechMatrix: A Large-Scale Mined Corpus of Multilingual Speech-to-Speech Translations // Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. 2023. P. 16251–16269.
11. Mukhamadiyev A., Eshmuminov O., Makhmudov F., Musaev M., Mustafakulov U., Ochilov M., Varol H.A. Development of

(cc) BY 

Language Models for Continuous Uzbek Speech Recognition System // Sensors. 2023. Vol. 23. No. 3. Article 1145.

12. Abdullaeva M.I., Juraev D.B., Ochilov M.M., Rakhimov M.F. Uzbek Speech Synthesis Using Deep Learning Algorithms // Intelligent Human Computer Interaction. IHCI 2022. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 13741. Springer, Cham. 2023. P. 39–50. doi: 10.1007/978-3-031-27199-1_5.
13. Musaev M., Mussakhojayeva S., Khujayorov I., Khassanov Y., Ochilov M., Varol H.A. USC: An Open-Source Uzbek Speech Corpus and Initial Speech Recognition Experiments. arXiv preprint arXiv:2107.14419. 2021.
14. Saleem M.I., Siddiqui M.F., Jameel A., Ali I., Rehman A.U., Rustam F., Dudley S. A Novel Machine Learning Based Two-Way Communication System for Deaf and Mute // Applied Sciences. 2023. Vol. 13. No. 1. Article 453.

(cc) BY *dtai.uz*