**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI**

# KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI

***mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami***

**2026-yil 25-26-sentabr**

**(2-qism)**

**JIZZAX-2026**

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami – Jizzax: O‘zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 315-bet.

Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globallashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e’tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarni qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma’ruza tezislari to‘plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo‘nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o‘qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas’ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay’ati a’zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., т.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A, p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD) dots., Norbekova B.Sh. p.f.f.d.(PhD) dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O‘ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo‘rayev M.M.

Mazkur to‘plamga kiritilgan ma’ruza tezislarining mazmuni, undagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o‘zlari mas’uldirlar.

instrumental o‘zgaruvchilar orqali baholashga metodologik asos beradi [2; 3]. Biroq kechikkan qiymatlarni instrument sifatida olish ularning avtomatik ravishda haqiqiy ekanini anglatmaydi; tanlangan moment shartlari ma’lumot va model farazlariga mos bo‘lishi kerak.

Empirik tekshiruvda panelning to‘liqligi, bir xil indikator ta’riflari va vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanlik avval tekshiriladi. Dinamik model qo‘llansa, qoldiqlarning ikkinchi tartibli avtokorrelyatsiyasi va instrumentlar haqiqiyligiga oid AR(2), Hansen yoki Sargan testlari tegishli estimator shartlariga muvofiq baholanadi. Instrumentlar soni ham nazorat qilinishi lozim: ularning ko‘payishi testlarning ma’lumot berish qobiliyatini susaytirishi mumkin [1–3].

Dissertatsiyadagi 3–4 yillik panelni shakllantirish taklifi ma’lumot yig‘ishni boshlash uchun yo‘nalishdir, GMMni qo‘llashga avtomatik yetarlilik sharti emas. Baholash imkoniyati OTMlar soni, davrlar, yo‘qolgan kuzatuvlar, indikatorlarning o‘zgarishi va instrumentlar sifatiga bog‘liq. Ma’lumot yetarli bo‘lmasa, cheklovni ochiq qayd etish empirik natijani sun’iy yaratishdan saqlaydi.

## XULOSA

Taklif etilayotgan tartibning ilmiy ahamiyati raqamli boshqaruvga sharoit yaratuvchi omillar bilan haqiqiy natijalarni o‘lchashda ajratishidadir. Dastlab yagona indikator pasportlari va OTM–yil bazasi shakllantirilishi, so‘ng statik hamda zarurat bo‘lsa dinamik model farazlari tekshirilishi lozim. Mazkur tezis ta’sir miqdorini emas, uni kelgusida ishonchli baholash uchun zarur metodologik shartlarni asoslaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pirmanov O.B. Oliy ta’lim tizimida raqamli ekotizimni shakllantirish va boshqarishning institutsional mexanizmlarini takomillashtirish. Dissertatsiya qo‘lyozmasi, 17.08.2026-yilgi tahrir. Toshkent, 2026. 3.3-paragraf.

2. Arellano M., Bond S. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. The Review of Economic Studies. 1991. Vol. 58, No. 2. P. 277–297. DOI: 10.2307/2297968.

3. Blundell R., Bond S. Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. Journal of Econometrics. 1998. Vol. 87, No. 1. P. 115–143. DOI: 10.1016/S0304-4076(98)00009-8.

# SUN’IY INTELLEKTDAN FOYDALANIB MASALA ALGORITMINI TUZISH.

**Axmedov Juraboy Raxmonberdiyevich**

O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi professori v.b, pedagogika fanlari doktori (DSc)
E-mail: jaxmedov48@gmail.com

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada sun’iy intellektdan foydalanib masala algoritmini tuzishning nazariy va amaliy asoslari tadqiq etilgan. Masalani tahlil qilish, uning matematik modelini shakllantirish, kiruvchi va chiquvchi parametrlarni aniqlash, sun’iy intellekt usulini tanlash, modelni o‘qitish va natijani baholash bosqichlari ko‘rib chiqilgan. Sun’iy intellekt asosida algoritm ishlab chiqishning an’anaviy algoritmlashdan farqli jihatlari tahlil qilingan. Amaliy misol sifatida talabaning imtihondan o‘tish yoki o‘tmasligini prognoz qilish masalasi tanlanib, qarorlar daraxti asosida algoritm ishlab chiqilgan. Tadqiqotda sun’iy intellekt algoritmlarining masalalarni avtomatlashtirilgan holda yechish, prognozlash va qaror qabul qilish imkoniyatlari yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** sun’iy intellekt, algoritm, algoritmlash, mashinaviy o‘qitish, qarorlar daraxti, neyron tarmoq, matematik model, modellashtirish, prognozlash.

## Разработка алгоритма для решения задачи с использованием искусственного интеллекта.

**Аннотация:** В статье рассматриваются теоретические и практические основы разработки алгоритмов с использованием искусственного интеллекта. Описываются этапы анализа задачи, построения математической модели, определения входных и выходных параметров, выбора метода искусственного интеллекта, обучения модели и оценки результатов. Проводится сравнительный анализ разработки алгоритмов на базе искусственного интеллекта и традиционных алгоритмических подходов. В качестве практического примера разработан алгоритм на основе дерева решений для прогнозирования успешной сдачи студентом экзамена. В работе освещаются возможности алгоритмов искусственного интеллекта в сферах автоматизированного решения задач, прогнозирования и принятия решений.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, алгоритм, алгоритмизация, машинное обучение, дерево решений, нейронная сеть, математическая модель, моделирование, прогнозирование.

## Development of an algorithm for solving a problem using artificial intelligence.

**Abstract:** This article examines the theoretical and practical foundations of developing algorithms using artificial intelligence. It outlines the stages of problem analysis, mathematical model construction, definition of input and output parameters, selection of an artificial intelligence method, model training, and result evaluation. A comparative analysis is conducted between AI-based algorithm development and traditional algorithmic approaches. As a practical example, a decision tree-based algorithm is developed to predict whether a student will successfully pass an exam.

This paper examines the capabilities of artificial intelligence algorithms in the areas of automated problem-solving, forecasting, and decision-making.

**Keywords:** artificial intelligence, algorithm, algorithmization, machine learning, decision tree, neural network, mathematical model, modeling, forecasting.

Bugungi kunda sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi turli sohalarda murakkab masalalarni avtomatlashtirilgan holda yechish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Sun’iy intellekt tizimlari bilimlarni ifodalash, ma’lumotlardan qonuniyatlarni aniqlash, qaror qabul qilish va natijalarni prognozlash kabi vazifalarni bajarishda qo‘llanilmoqda [1; 2].

An’anaviy algoritmlashda masalani yechish uchun bajarilishi lozim bo‘lgan amallar ketma-ketligi inson tomonidan oldindan belgilanadi. Bunda masalaning barcha shartlari va yechim qoidalari aniq bo‘lishi talab etiladi. Murakkab, katta hajmdagi ma’lumotlarga ega yoki noaniqlik mavjud bo‘lgan masalalarda esa qat’iy algoritm ishlab chiqish qiyinlashadi.

Sun’iy intellekt texnologiyalarida esa algoritmni shakllantirishda ma’lumotlar asosiy manba sifatida qaraladi. Xususan, neyron tarmoqlar va mashinaviy o‘qitish algoritmlari mavjud ma’lumotlardan foydalanib, kiruvchi parametrlar bilan natija o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashi mumkin [3; 4].

L.N.Yasnitskiy sun’iy intellekt tizimlarini yaratishda ekspert tizimlari va neyron tarmoq texnologiyalarining ahamiyatini ko‘rsatgan. Uning ishida, shuningdek, intellektual matematik modellashtirish masalalari ham ko‘rib chiqilgan [3]. V.V.Kruglov va V.V.Borisov esa sun’iy neyron tarmoqlarning nazariy asoslari bilan bir qatorda ularni klassifikatsiya, klasterlash, prognozlash va optimallashtirish masalalarida qo‘llashni yoritgan [4].

Shu nuqtayi nazardan, sun’iy intellektdan foydalanib masala algoritmini tuzish zamonaviy dasturlash va intellektual tizimlarni ishlab chiqishning dolzarb yo‘nalishlaridan biridir.

**Masala algoritmini tuzishning nazariy asoslari**

Algoritm - ma’lum bir masalani yechishga olib keluvchi tartiblangan va chekli amallar ketma-ketligidir. An’anaviy algoritmda masalaning yechimi qat’iy qoidalar asosida shakllantiriladi.

Masalani algoritmlash odatda quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

1. masalani aniqlash;
2. kiruvchi ma’lumotlarni belgilash;
3. chiquvchi natijalarni aniqlash;
4. matematik modelni shakllantirish;
5. yechish usulini tanlash;
6. algoritmni ishlab chiqish;
7. dasturiy amalga oshirish;
8. natijalarni tekshirish.

Sun’iy intellektdan foydalanilganda mazkur bosqichlarga ma’lumotlarni tayyorlash, modelni o‘qitish va uning aniqligini baholash jarayonlari ham qo‘shiladi [1; 2].

Sh. Madrahimov tomonidan ishlab chiqilgan “Sun’iy intellekt tizimlari” o‘quv qo‘llanmasida bilimlarni taqdim etish modellari, qarorlar daraxti, ehtimollik usullari, genetik algoritmlar va intellektual agentlar kabi yo‘nalishlar ko‘rib chiqilgan [1]. Bu usullar turli tipdagi masalalar uchun algoritm ishlab chiqishda qo‘llanishi mumkin.

**Sun’iy intellekt yordamida algoritm tuzish**

Sun’iy intellekt yordamida masala algoritmini ishlab chiqishda asosiy e’tibor ma’lumotlardan foydalanib, masala yechimini aniqlashga qaratiladi.

Umumiy matematik ko‘rinishda masalani quyidagicha ifodalash mumkin:

$Y=f(X,\theta)$

bu yerda:

- X - kiruvchi ma’lumotlar;
- Y - chiqish natijasi;
- f - sun’iy intellekt modeli;
- θ - modelning o‘rganiladigan parametrlari.

Modelni o‘qitishdan asosiy maqsad X va Y o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashdan iborat.

Klassifikatsiya masalasida model ma’lum obyektni oldindan belgilangan sinflardan biriga ajratadi. Masalan:

$Y\in\{0,1\}$

Bu yerda 0 - birinchi holatni, 1 esa ikkinchi holatni ifodalashi mumkin.

Neyron tarmoqlardan foydalanilganda esa kiruvchi ma’lumotlar bir nechta qatlamlardan o‘tib, yakuniy natija shakllantiriladi. Kruglov va Borisovning tadqiqotlarida neyron tarmoqlardan obrazlarni tanib olish, klasterlash, prognozlash va optimallashtirishda foydalanish imkoniyatlari ko‘rsatilgan [4].

**Sun’iy intellekt yordamida masala algoritmini ishlab chiqish bosqichlari**

Sun’iy intellekt asosida algoritm ishlab chiqish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

**1. Masalani aniqlash**

Birinchi bosqichda yechiladigan muammo aniqlanadi. Tadqiqot uchun talabaning o‘quv faoliyati asosida uning yakuniy imtihondan o‘tish yoki o‘tmasligini aniqlash masalasi tanlandi.

**2. Kiruvchi parametrlarni aniqlash**

Masalaga ta’sir qiluvchi parametrlar quyidagicha belgilanadi:

$X=(x1,x2,x3,x4)$

Bu yerda:

- x1 - darslarga qatnashish foizi;
- x2- mustaqil ishlar natijasi;
- x3- oraliq nazorat bali;
- x4- test natijasi.

**3. Chiquvchi parametrni aniqlash**

Modelning natijasi quyidagicha belgilanadi:

$Y\in\{0,1\}$

Agar:

$Y=1$

bo‘lsa, talabaning imtihondan o‘tishi prognoz qilinadi.
Agar:
Y=0
bo‘lsa, talabaning imtihondan o‘tmasligi prognoz qilinadi.

**4. Ma’lumotlarni tayyorlash**

Sun’iy intellekt algoritmining sifati ma’lumotlarning sifati bilan chambarchas bog‘liq. Shuning uchun ma’lumotlarni yig‘ish, xatolarni aniqlash, yetishmayotgan qiymatlarni qayta ishlash va ma’lumotlarni yagona formatga keltirish muhim hisoblanadi.

**5. Sun’iy intellekt algoritmini tanlash**

Masalaning turiga qarab turli algoritmlardan foydalanish mumkin:

- qarorlar daraxti;
- neyron tarmoq;
- logistika regressiyasi;
- k-eng yaqin qo‘shni;
- genetik algoritm;
- ekspert tizimi.

Qarorlar daraxti klassifikatsiya masalalarida tushunarli va interpretatsiya qilish nisbatan qulay bo‘lgan yondashuvlardan biridir [1].

**Amaliy algoritm**

Tanlangan masalani qarorlar daraxti yordamida yechish algoritmi quyidagicha ifodalanadi:

**1-bosqich.** Talabaning ma’lumotlarini kiritish.
**2-bosqich.** Ma’lumotlarning to‘g‘riligini tekshirish.
**3-bosqich.** Ma’lumotlarni sun’iy intellekt modeliga uzatish.
**4-bosqich.** O‘qitilgan qarorlar daraxti yordamida natijani hisoblash.
**5-bosqich.** Natijani tekshirish.
**6-bosqich.** Agar Y=1 bo‘lsa, “Talaba imtihondan o‘tadi” natijasini chiqarish.
**7-bosqich.** Agar Y=0 bo‘lsa, “Talaba imtihondan o‘tmaydi” natijasini chiqarish.
**8-bosqich.** Algoritmni yakunlash.

Ushbu algoritmning umumiy ko‘rinishi:

**Boshlash → Ma’lumotlarni kiritish → Ma’lumotlarni tekshirish → AI modeliga uzatish → Prognozlash → Natijani aniqlash → Natijani chiqarish → Tugash.**

**Python dasturlash tilida algoritmni amalga oshirish**

Masalani dasturiy jihatdan amalga oshirish uchun Python dasturlash tilidan foydalanish mumkin.

```
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier

# O'quv ma'lumotlari
X = [
    [90, 85, 80, 88],
    [75, 70, 65, 72],
    [95, 90, 92, 94],
```

```
    [60, 55, 50, 58],
    [85, 80, 78, 82],
    [50, 45, 48, 52]
]

# Natijalar
y = [1, 1, 1, 0, 1, 0]

# Modelni yaratish
model = DecisionTreeClassifier(random_state=42)

# Modelni o'qitish
model.fit(X, y)

# Yangi talaba ma'lumotlari
new_student = [[82, 78, 75, 80]]

# Prognoz
result = model.predict(new_student)

if result[0] == 1:
    print("Talaba imtihondan o'tadi")
else:
    print("Talaba imtihondan o'tmaydi")
```

Mazkur dasturda X o‘quv ma’lumotlarini, y esa mos natijalarni ifodalaydi. DecisionTreeClassifier yordamida model o‘qitiladi va yangi talabaning ko‘rsatkichlari asosida prognoz amalga oshiriladi.

Ilmiy tajribada esa bunday kichik namunadan ko‘ra ancha katta va mustaqil o‘quv hamda test ma’lumotlar to‘plamidan foydalanish zarur.

**Algoritmni baholash**

Sun’iy intellekt yordamida tuzilgan algoritmning samaradorligini aniqlash uchun uni faqat o‘quv ma’lumotlarida emas, balki model ilgari ko‘rmagan test ma’lumotlarida ham tekshirish lozim.

Klassifikatsiya masalasida aniqlik quyidagi formula orqali hisoblanishi mumkin:

Accuracy=TP+TNTP+TN+FP+FN

bu yerda:

- TP - to‘g‘ri aniqlangan ijobiy holatlar;
- TN - to‘g‘ri aniqlangan salbiy holatlar;
- FP - noto‘g‘ri ijobiy natijalar;
- FN - noto‘g‘ri salbiy natijalar.

Biroq faqat aniqlik ko‘rsatkichidan foydalanish yetarli emas. Ma’lumotlar sinflari nomutanosib bo‘lgan hollarda precision, recall va F1-score kabi ko‘rsatkichlardan ham foydalanish maqsadga muvofiq.

**Sun’iy intellekt va an’anaviy algoritmlashning farqi**

An’anaviy algoritmlashda masalani yechish qoidalari inson tomonidan oldindan belgilanadi:

Ma’lumot+Qoidalar→Natija

Sun’iy intellektga asoslangan mashinaviy o‘qitishda esa dastlab mavjud ma’lumotlar asosida model o‘qitiladi:

Ma’lumotlar+Ma’lum natijalar→Model

Keyinchalik:

Yangi ma’lumot+O‘qitilgan model→Prognoz

Shunday qilib, sun’iy intellekt yordamida algoritm ishlab chiqishning muhim xususiyati - algoritmning ayrim qaror qabul qilish mexanizmlarini ma’lumotlardan o‘rganish imkoniyatidir [3; 4].

**Natijalar.**

O‘tkazilgan nazariy va amaliy tahlil shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellektdan foydalanib masala algoritmini tuzishda masalani to‘g‘ri formalizatsiya qilish muhim bosqich hisoblanadi. Kiruvchi parametrlar to‘g‘ri tanlanmasa yoki o‘quv ma’lumotlari yetarli sifatga ega bo‘lmasa, tanlangan model yuqori aniqlikda natija bera olmasligi mumkin.

Qarorlar daraxti kabi algoritmlarning afzalligi shundaki, ularning qaror qabul qilish jarayonini shartlar ketma-ketligi orqali ifodalash mumkin. Bu esa algoritm natijalarini tushuntirishni nisbatan osonlashtiradi [1].

Neyron tarmoqlar esa murakkab va chiziqli bo‘lmagan bog‘liqliklarni modellashtirishda keng imkoniyatlarga ega. Biroq ularni o‘qitish uchun ko‘proq ma’lumot va hisoblash resurslari talab qilinishi mumkin [4].

Shuning uchun konkret masala uchun algoritm tanlashda faqat modelning aniqligi emas, balki ma’lumotlar hajmi, masalaning murakkabligi, hisoblash resurslari va natijani izohlash imkoniyati ham hisobga olinishi kerak.

**Xulosa**

Tadqiqotda sun’iy intellektdan foydalanib masala algoritmini tuzishning nazariy va amaliy jihatlari ko‘rib chiqildi. Sun’iy intellekt yordamida algoritm ishlab chiqish masalani aniqlash, kiruvchi va chiquvchi parametrlarni belgilash, ma’lumotlarni tayyorlash, mos modelni tanlash, modelni o‘qitish, test qilish va natijalarni baholash bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Amaliy misol sifatida talabaning imtihondan o‘tish holatini prognoz qilish masalasi ko‘rib chiqildi va qarorlar daraxti asosida algoritm ishlab chiqildi. Mazkur yondashuv kiruvchi ma’lumotlar asosida avtomatlashtirilgan qaror qabul qilish imkonini beradi.

Sun’iy intellekt yordamida algoritm tuzish ayniqsa katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash, prognozlash va murakkab bog‘liqliklarni aniqlash talab qilinadigan masalalarda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, model natijalarining ishonchliligi ma’lumotlarning sifati va algoritmni to‘g‘ri tanlashga bevosita bog‘liq.

Kelgusidagi tadqiqotlarda bir xil masalani qarorlar daraxti, neyron tarmoq va boshqa mashinaviy o‘qitish algoritmlari yordamida yechib, ularning natijalarini yagona test ma’lumotlar to‘plamida taqqoslash maqsadga muvofiq.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Madrahimov Sh. **Sun’iy intellekt tizimlari: o‘quv qo‘llanma.** - Toshkent: Metodist nashriyoti, 2023. - 54 b. ISBN 978-9910-9843-7-2. BT URSPI
2. Xo‘jaqulov T.A., Malikova N.T. **Sun’iy intellekt: o‘quv qo‘llanma.** - Toshkent: Aloqachi, 2019. - 192 b.
3. Ясницкий Л.Н. **Введение в искусственный интеллект: учебное пособие для студентов вузов.** - М.: Академия, 2005.- 175 с. ISBN 5-7695-1958-4. Search RSL+1
4. Круглов В.В., Борисов В.В. **Искусственные нейронные сети: теория и практика.** - 2-е изд. - М.: Горячая линия–Телеком, 2002. - 381 с. ISBN 5-93517-031-0. Библиотека МГТУ.
5. Галушкин А.И. **Теория нейронных сетей.** - М.: ИПРЖР, 2000.
6. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. **Нечеткие модели и сети.** - М.: Горячая линия–Телеком.
7. Хасанов Д.Р. **Sun’iy intellekt usullari yordamida qishloq xo‘jaligi takroriy ekinlari hosildorligini bashoratlashning model va algoritmlarini ishlab chiqish.** - Toshkent.
8. Абдусатторова С.Ф. **Raqamli transformatsiya muhitida ijtimoiy jarayonlarni modellashtirish: sun’iy intellektning falsafiy-huquqiy muammolari.** - Toshkent.
9. Bishop C.M. **Pattern Recognition and Machine Learning.** - New York: Springer, 2006.
10. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. **Deep Learning.** - Cambridge: MIT Press, 2016.
11. Russell S., Norvig P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** - 4th ed. - Pearson, 2021.
12. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. **The Elements of Statistical Learning.** - 2nd ed. - Springer, 2009.

## L1-Aware Phoneme-Level Pronunciation Assessment of Uzbek L1–English L2 Speech Using wav2vec 2.0 Acoustic-Phonetic Representations

Rohmonqulov Muhammadyusuf Egamberdi o‘g‘li

Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Jizzakh, Uzbekistan

muhammadyusufrohmonqulov501@gmail.com

**Abstract.** Automatic pronunciation assessment is especially important for Uzbek learners of English because differences between the Uzbek and English phonological systems can produce systematic L1-induced deviations in segmental and prosodic realization. This paper proposes an interpretable pronunciation-assessment model in which wav2vec 2.0 is used as a self-supervised acoustic-phonetic representation extractor, while the assessment stage is formulated as a phoneme-level scoring problem rather than a conventional speech-recognition problem. For each target phoneme, the model combines four complementary