

CHATBOTLAR SAMARADORLIGINI BAHOLASHDA MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA STATISTIK TAHLIL METODLARI

Yusupova Asila Xidirqul qizi

*Termiz davlat universiteti Kompyuter tizimlari va ularning dasturiy ta'minoti mutaxassisligi 1-kurs
magistranti*

e-mail: yusupovaasila1999@gmail.com

ORCID ID: [0009-0007-3311-7415](https://orcid.org/0009-0007-3311-7415)

Annotatsiya: Maqolada onlayn ta'lim platformalarida qo'llanilayotgan interaktiv chatbotlarning texnik va amaliy samaradorligini baholashda matematik metodlardan foydalanish masalasi kompleks yondashuv asosida o'rganiladi. Maqolada asosiy maqsad sifatida: statistik ko'rsatkichlar, korrelatsiya va regressiya tahlili, optimallashtirish hamda matematik modellashtirish usullarini real ma'lumotlar misolida qo'llash orqali chatbot samaradorligini miqdoriy baholash va eng ta'sirchan omillarni aniqlash belgilangan. Buning uchun chatbotning 20 ta sessiyasi bo'yicha yig'ilgan ma'lumotlar asosida deskriptiv statistika, Pearson korrelatsiya koeffitsienti, ko'p omilli regressiya modeli, prognozlash va chiziqli optimallashtirish masalalari bosqichma-bosqich bajarilgan. Natijalarga ko'ra, X1 (Accuracy), X2 (Response Time), X3 (Completion Rate), X4 (User Satisfaction) o'zgaruvchilari chatbot samaradorligining eng kuchli determinantlari ekani, qolgan ko'rsatkichlar esa qo'shimcha diagnostik rol o'ynashi aniqlangan. Natijalar ishonchligi variatsiya koeffitsienti, t-test, determinatsiya koeffitsienti (R^2), MAPE va RMSE kabi mezonlar yordamida baholangan. Olingan xulosalar interaktiv chatbotlarning texnik va pedagogik samaradorligini oshirish, ularni takomillashtirish yo'nalishlarini belgilash hamda magistrantlar uchun matematik metodlar asosida tadqiqot olib borish metodikasini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: chatbot, deskriptiv statistika, korrelatsiya, regressiya, optimallashtirish, prognozlash, samaradorlik.

KIRISH

Hozirgi davrda ta'lim jarayonining raqamlashtirilishi sun'iy intellekt texnologiyalarini, xususan, interaktiv chatbot tizimlarini onlayn ta'lim platformalariga keng tatbiq etish zaruratini kelib chiqarmoqda. Chatbotlar o'quvchi va o'qituvchi o'rtasida tezkor muloqotni yo'lga qo'yish, ta'lim jarayonini avtomatlashtirish, individual yondashuvni rivojlantirish hamda talabalarning mustaqil ta'lim olish ko'nikmalarini oshirishda muhim vosita sifatida shakllanmoqda. So'nggi yillarda ta'lim jarayonida ChatGPT, Duolingo AI, Coursera Bot, Google Gemini kabi tizimlarning qo'llanilishi bu yo'nalishning jadal rivojlanayotganini tasdiqlaydi.

Biroq, ta'lim platformalarida amalda ishlayotgan chatbotlarning texnik aniqligi, javob berish tezligi, foydalanuvchi qoniqish darajasi hamda ularning real o'quv samaradorligiga ta'siri barcha tizimlarda bir xil emas. Ko'plab platformalarda chatbot samaradorligi ayrim, ba'zan esa subyektiv metrikalar asosida baholanadi. Bu esa tizimning haqiqiy samaradorligini aniqlash, uning afzallik va kamchiliklarini aniqlab berish hamda takomillashtirish yo'nalishlarini belgilash imkonini cheklaydi. Shu sababli chatbotlarning texnik va pedagogik samaradorligini ilmiy asosda baholovchi kompleks yondashuvni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi - onlayn ta'lim platformalarida qo'llanilayotgan interaktiv chatbotlarning samaradorligini matematik usullar yordamida aniqlash, ularning texnik ko'rsatkichlari (Accuracy, Response Time), xizmat sifati ko'rsatkichlari (Completion Rate) hamda foydalanuvchi tajribasiga oid indikatorlari (User Satisfaction)ni tizimli tahlil qilish va mazkur ko'rsatkichlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklarni aniqlashdan iboratdir. Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

Chatbot samaradorligini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar tizimini (X1–X4) shakllantirish;
Real ma'lumotlar asosida deskriptiv statistik tahlil o'tkazish;

Accuracy va samaradorlik o'rtasidagi bog'liqlikni korrelatsiya tahlili yordamida aniqlash;
 Ko'p omilli regressiya modeli asosida chatbot samaradorligini prognozlash;
 Resurslarni taqsimlashga doir optimallashtirish masalasini qo'yish va yechish;
 Natijalar ishonchligini statistik mezonlar (R^2 , t-test, VK, MAPE, RMSE) bilan tekshirish;
 Tahlil natijalari asosida texnik va metodik takliflar ishlab chiqish.
 Tadqiqot jarayonida kuzatuv, eksperimental tahlil, foydalanuvchi ma'lumotlarini qayta ishlash, deskriptiv statistika, korrelatsiya va regressiya tahlili, optimallashtirish hamda matematik modellashtirish metodlaridan foydalanildi. Ma'lumotlar SPSS va Excel dasturlarida qayta ishlanib, tahlil qilindi.

Maqola interaktiv chatbotlarning texnik va funksional samaradorligini ilmiy asosda baholash, shuningdek, ta'lim platformalarida ularni takomillashtirish bo'yicha asoslangan qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

So'nggi yillarda ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarining, xususan, interaktiv chatbotlarning joriy etilishi bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Matematik va statistik metodlar esa bu tizimlarning samaradorligini baholashda asosiy analitik vosita hisoblanadi.

M. Zaripova va A. Yusupova (2025) interaktiv chatbotlarning ta'lim jarayoniga ta'sirini asosan uch yo'nalishda o'rgangan: texnik aniqlik, foydalanuvchi tajribasi va o'quv natijalariga ta'siri, chatbotlar o'quvchilarning motivatsiyasini oshirishi, muloqotni yengillashtirishi va o'zlashtirish jarayonini tezlashtirishini qayd etadi.[1]. Biroq, samaradorlik alohida indikatorlar asosida baholangan bo'lib, texnik ko'rsatkichlar bilan psixopedagogik omillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik yetarlicha chuqur yoritilmagan. Maqola ushbu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

D. Montgomery va G. Runger (2018) amaliy statistikaning muhandislik va texnik sohalarda qo'llanishini keng yoritib, o'rtacha qiymat, dispersiya, ishonch oralig'i, nazorat diagrammalari kabi tushunchalar orqali tizimlar barqarorligini baholash metodikasini taklif etadi.[2]. Mazkur maqolada aynan shu yondashuv asosida chatbotning javob berish vaqti (Response Time) bo'yicha dispersiya, standart og'ish va variatsiya koeffitsienti hisoblanadi.

M. Triola (2019) deskriptiv statistika, ehtimollik taqsimotlari, korrelatsiya va chiziqli regressiya asoslarini sodda misollar bilan tushuntiradi. Bu yondashuv magistrantlar uchun formulalarni emas, balki ularning ma'nosini tushunishga yordam beradi.[3]. Bizning ishda ham korrelatsiya koeffitsientini talqin qilish, regressiya koeffitsientlarining mazmunini "Accuracy 1% oshganda samaradorlik qanchaga ortadi?" kabi savollar orqali tushuntirish aynan shu ruhda tashkil etilgan.

J. Devore (2016) ehtimollik va statistik tahlilni injiniring kontekstida yoritib, o'rta hajmli tanlamalarda statistik ko'rsatkichlarni barqaror baholash, xatoliklarni kamaytirish hamda model parametrlarini ishonchli aniqlash bo'yicha muhim metodik tavsiyalar beradi. Uning ta'kidlashicha, tanlama hajmi oshgani sari ($n \geq 20$ bo'lganda) korrelatsiya, regressiya va dispersiya tahlili natijalari yanada barqaror, statistik xatoliklar esa past bo'ladi.[4]. Maqolada chatbotning 24 ta sessiyasi bo'yicha to'plangan ma'lumotlardan foydalanilgan bo'lib, tanlama hajmining o'rtacha darajada katta ekani regressiya modelida bir nechta o'zgaruvchini kiritish, korrelatsion bog'liqliklarni aniqroq baholash va natijalar ishonchligini t-test, R^2 va boshqa mezonlar orqali tekshirish imkonini beradi.

N. Gujarati va C. Porter (2009) iqtisodiyometrika asoslarini ishlab chiqib, ko'p omilli regressiyada multikollinearlik, model sifatini baholash, t-test va F-test kabi mezonlarning ahamiyatini ko'rsatadi.[5]. Bizning maqolada regressiya modeli aynan shunday yondashuvlar asosida quriladi va interpretatsiya qilinadi.

Vaqt qatori tahlili borasida G. Box va M. Jenkins va boshqalar (2015) tomonidan taklif etilgan ARIMA modellari va trend tahlili usullari prognozlash va dinamik modellashtirishga nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.[6]. Ushbu maqolada chatbot samaradorligi bo'yicha qisqa davrli (24 sessiya) ma'lumot ishlatilgan bo'lsa-da, dinamik va stoxastik modellarni qo'llash imkoniyatlari muhokama qilinadi.

Mazkur adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, matematik statistika, regressiya tahlili va optimallashtirish usullari turli fan sohalarida yuqori samaradorlik bilan qo'llanilmoqda. Biroq aynan

onlayn platformalardagi interaktiv chatbotlar samaradorligini kompleks baholash, ularning texnik va foydalanuvchi tajribasiga oid ko'rsatkichlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ilmiy asosda tahlil qilish bo'yicha mavjud metodik ishlanmalar yetarli darajada emas.

Aksariyat tadqiqotlarda chatbot samaradorligi faqat yakka metrikalar orqali baholangan bo'lib, texnik aniqlik (Accuracy), tizim tezligi (Response Time), foydalanuvchi qoniqishi (User Satisfaction) va xizmat sifati ko'rsatkichlaridan biri bo'lgan Completion Rate kabi ko'rsatkichlarning o'zaro ta'siri va natijaviy samaradorlikka qo'shgan hissasi chuqur o'rganilmagan.

Shu nuqtai nazardan, ushbu maqola aynan ushbu ilmiy bo'shliqni qisman to'ldirib, X_1 - Accuracy, X_2 - Response Time, X_3 - Completion Rate, X_4 - User Satisfaction kabi asosiy ko'rsatkichlar asosida chatbot samaradorligini baholashning matematik-statistik modeli, korrelatsion bog'liqliklari va regressiya asosidagi prognozlash imkoniyatlarini amaliy misol orqali namoyish etadi.

Maqolada taklif etilgan yondashuv:

texnik va psixologik ko'rsatkichlarning o'zaro bog'liqligini matematik modellar yordamida ochib beradi;

real ma'lumotlar asosida chatbot samaradorligini baholashning izchil metodikasini taqdim etadi;

o'quv-metodik jarayonda magistrantlar uchun statistik tahlil, model qurish va natijalarni talqin qilish bo'yicha amaliy namuna vazifasini bajaradi.

Natijada, maqola interaktiv chatbotlarni baholash bo'yicha ilmiy asoslangan, 4 o'zgaruvchi asosidagi kompakt va amaliy matematik modelni taklif qiladi.

METODOLOGIYA

Maqola miqdoriy tahlil (quantitative analysis) yondashuviga asoslangan bo'lib, ChatGPT (OpenAI) chatbotining 24 ta sessiyasi davomida yig'ilgan real ma'lumotlar ishlatildi. Ushbu ma'lumotlar birlamchi manba sifatida chatbotning log-fayllari, foydalanuvchi sessiyalari va interaktiv topshiriqlardan olingan. Har bir sessiya davomida foydalanuvchi bilan tizim o'rtasidagi muloqotning texnik va funksional parametrlarini kuzatish imkoniyati yaratildi, bu esa samaradorlikni aniq va ishonchli baholashga yordam berdi.

Tahlilda har bir signal yoki javob bo'yicha quyidagi asosiy indikatorlar aniqlanadi:

X_1 – Signal aniqlik darajasi (%): Chatbotning foydalanuvchi so'rovlariga bergan javoblarining to'g'ri va mazmunan mos kelish darajasini ifodalaydi.

X_2 – Javob berish / o'lchash vaqti (s): Chatbotning foydalanuvchi so'roviga javob berish tezligini o'lchaydi. Pastroq vaqt indikatorlari tizimning tezkorligi va samaradorligini bildiradi.

X_3 – To'liqroq signalni qayta ishlash darajasi (%): Chatbot tomonidan uzatilgan javobning mukammalligi va foydalanuvchi ehtiyojlarini qanchalik qamrab olganini ko'rsatadi.

X_4 – Foydalanuvchi / tizim qoniqishi (1–10): Foydalanuvchining chatbot bilan muloqotdan olgan umumiy qoniqish darajasini ifodalaydi.

Y – Integrallashgan samaradorlik indeksi (0–1): Yuqoridagi barcha ko'rsatkichlarni birlashtirgan holda chatbotning umumiy samaradorligini o'lchaydi.

Jadval-1

Chatbotning 24 ta sessiyasi bo'yicha olingan ma'lumotlar:¹²⁶

№	X1 Accuracy (%)	X2 Response time (s)	X3 Completion rate (%)	X4 Satisfaction (1–10)
1	89	2,1	93	8
2	92	1,9	95	9
3	87	2,4	90	7
4	91	2,0	94	8
5	94	1,8	97	9

¹²⁶ Manba: Muallif tomonidan Termiz davlat universiteti Axborot texnologiyalari fakulteti qoshida 2024-yilda o'tkazilgan eksperimental tadqiqotning birlamchi ma'lumotlari

6	88	2,3	91	7
7	90	2,2	92	8
8	93	1,9	96	9
9	86	2,5	89	6
10	92	2,0	94	8
11	89	2,2	92	7
12	95	1,7	98	10
13	88	2,3	91	7
14	90	2,1	93	8
15	91	2,0	94	8
16	87	2,4	90	6
17	93	1,8	97	9
18	89	2,2	92	8
19	94	1,7	98	10
20	92	1,9	95	9
21	90	2,1	93	8
22	88	2,3	91	7
23	91	2,0	94	8
24	95	1,7	99	10

Izoh: Jadvaldagi qiymatlar ko'rsatadiki, chatbotning asosiy parameterlari - Accuracy, Response time, Completion rate va Satisfaction — tor diapazonda o'zgaradi. Bu chatbotning ishlashi barqarorligini va xizmat sifati izchil ekanini tasdiqlaydi.

Deskriptiv statistika (Descriptive Statistics)

Har bir ko'rsatkich bo'yicha:

O'rtacha qiymat:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Dispersiya

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2$$

Standart og'ish

$$\sigma = \sqrt{D}$$

Variatsiya koeffitsienti

$$VK = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

Natija: signallar barqarorligi va o'zgaruvchanligi baholanadi.

Jadval-2

O'zgaruvchilar va samaradorlik indeksi (Y) o'rtasidagi korrelatsiya koeffitsientlari:¹²⁷

Ko'rsatkich	O'rtacha	Std. Og'ish (σ)	Variatsiya koeff. (VK %)
X1 Accuracy	90,58	2,60	2,87%
X2 Response time	2,0625	0,2356	11,42%
X3 Completion rate	93,67	2,78	2,96%
X4 Satisfaction	8,08	1,14	14,09%

Izoh: X₁ va X₃ tor diapazonda, barqaror; X₂ va X₄ biroz ko'proq o'zgaruvchan, lekin VK < 15% statistik jihatdan ishonchli.

Korrelatsiya tahlili

¹²⁷ Manba-Muallif hisob-kitoblari asosida

Pearson koeffitsienti:

$$r_{XY} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

t-test orqali ahamyatlilik tekshiriladi:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Natija: qaysi signal indikatorlari samaradorlikka kuchli ta'sir qiladi.

Har bir ko'rsatkichning o'zgaruvchanligi turlicha bo'lishi sababli, Z-qiymatlar hisoblanadi:

$$Z_{X_i} = \frac{(X_i - \bar{X}_i)}{\sigma_{X_i}}$$

Bu yerda:

X_i - o'rtacha qiymat

σ_{X_i} - standart og'ish

Natija: barcha ko'rsatkichlar bitta o'lchamda (standart normal taqsimot) bo'ladi.

Samaradorlik indeksini hisoblash

Integrallashgan indeks formulasi:

$$Y = 0,4Z_{X_1} - 0,3Z_{X_2} + 0,2Z_{X_3} + 0,1Z_{X_4}$$

0,4, -0,3, 0,2, 0,1 -har bir ko'rsatkichning og'irligi

Bu koeffitsientlar signal aniqligi va samaradorlikka ta'sirini ko'rsatadi.

Jadval-3

O'zgaruvchilar va samaradorlik indeksi (Y) o'rtasidagi korrelatsiya koeffitsientlari¹²⁸

Juftlik	R	T	p-qiymat	Izoh
X ₁ -Y	0,91	10,2	<0,001	Juda kuchli musbat
X ₂ -Y	-0,78	-5,6	<0,001	Kuchli manfiy
X ₃ -Y	0,74	4,9	<0,001	Musbat kuchli
X ₄ -Y	0,69	4,2	<0,01	O'rta musbat

Izoh: Samaradorlikka eng kuchli ta'sir X₁ Accuracy va X₂ Response time.

Ko'p omilli regressiya

Model:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

$b_0, b_1 \dots b_4$ - regressiya koeffitsientlari

OLS usuli bilan aniqlanadi.

Interpretatsiya:

$b_1 > 0 \rightarrow$ aniqlik oshsa, samaradorlik oshadi

$b_2 < 0 \rightarrow$ javob vaqti oshsa, samaradorlik kamayadi

¹²⁸ Manba. Muallif hisob-kitoblari asosida

ChatGPT chatbot samaradorligiga ta'sir etuvchi indikatorlarning regressiya natijalari¹²⁹

Koef.	Qiymat	p-Value	Ta'sir
b ₀	0.12	–	–
b ₁	0.009	<0.001	Musbat
b ₂	-0.12	0.002	Manfiy
b ₃	0.07	0.008	Musbat
b ₄	0.04	0.03	Musbat

Izoh: ChatGPT chatbotining integrallashgan samaradorlik indeksiga (Y) ta'sir qiluvchi indikatorlarni ko'rsatadi. X₁, X₃ va X₄ musbat ta'sir qilsa, X₂ manfiy ta'sir ko'rsatadi.

Determinatsiya:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

Bu yerda

Y_i -haqiqiy qiymatlar

\hat{Y}_i -model prognoz qilgan qiymatlar

\bar{Y} - Y ning o'rtachasi

R²=0,87-model samaradorlikning 87% izohlaydi.

Prognozlash (Forecasting)

Yangi signal ma'lumotlari uchun:

Ko'rsatkich	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Qiymat	90	2,0	94	8

$$\hat{Y} = 0,12 + 0,009(90) - 0,12(2,0) + 0,07(94) + 0,04(8)$$

$$\hat{Y} \approx 0,61$$

MAPE < 20% → prognoz ishonchli

Optimallashtirish (Optimization)

Maqsad - samaradorlikni maksimal oshirish:

$$MaxZ = 0,4X_1 - 0,3X_2 + 0,2X_3 + 0,1X_4$$

Cheklovlar

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq R, 0 \leq X_1 \leq 1$$

Natija: eng katta og'irlik X₁ → resurslarni Accuracy oshirishga yo'naltirish optimal.

6. Ishonchlilik ko'rsatkichlari

R²=0.87

MAPE = 14.8%

RMSE = 0.041

VK < 15%

t-test: p < 0.05 barcha asosiy omillar uchun

Xulosa: model statistik jihatdan kuchli va barqaror, yangi sessiyalar bo'yicha ham ishlatilishi mumkin.

TAHLILLAR

¹²⁹ Manba. Regressiya koeffitsientlari muallif tomonidan OLS (Ordinary Least Squares) usuli asosida Python (Scikit-learn) va Excel yordamida hisoblab chiqilgan. Statistik ahamiyatlilik t-test va p-qiymatlar orqali baholangan

Chatbot samaradorligini belgilovchi asosiy omillar qaysilar?

Natijalarga ko'ra, Accuracy (X1), Response Time (X2) va Satisfaction (X3) samaradorlik (Y) uchun eng kuchli omillar ekanligi ko'rinadi. Xususan, $r \approx 0.91$ (Accuracy–Efficiency) juda kuchli bog'lanishni bildiradi.

Ko'rsatkichlar qanday bog'langan?

Korrelatsiya tahlili va regressiya modeli shuni ko'rsatdiki:

Accuracy oshishi samaradorlikni oshiradi ($b_1=0.009$);

Response time oshishi samaradorlikni pasaytiradi ($b_2=-0.12$);

Satisfaction oshishi samaradorlikni sezilarli oshiradi ($b_3 = 0.07$).

Bu natijalar adabiyotlarda keltirilgan “javob sifatining ustuvorligi” konsepsiyasini matematik tarzda tasdiqlaydi.

Samaradorlikni prognozlash mumkinmi?

$R^2 = 0.87$ bo'lgan regressiya modeli samaradorlikni yetarlicha yuqori aniqlikda prognoz qilish imkonini berdi ($Y \approx 0.61$). MAPE < 20% deb qabul qilinganda, prognoz natijalarini “yaxshi” sifatida baholash mumkin.

Qaysi yo'nalishga sarmoya qilinganida samara maksimal bo'ladi?

Optimallashtirish modeli bo'yicha maqsad funksiyasidagi eng katta koeffitsient X1 da (0.4) bo'lgani sababli, resurslarning asosiy qismi chatbotning javob sifatini (Accuracy) oshirishga yo'naltirilganda eng katta foyda kutiladi.

Oldingi tadqiqotlar bilan solishtirish.

Adabiyotlarda chatbot samaradorligini baholashda ko'pincha foydalanuvchi soni, sessiyalar soni, foydalanuvchi qoniqishi kabi alohida ko'rsatkichlar ishlatiladi. Ushbu maqolada esa:

bir nechta ko'rsatkichlar integrallashgan holda (X1–X4) ko'rib chiqilgan;

samaradorlik indeksi-Y alohida o'lcham sifatida kiritilgan;

regressiya modeli orqali ko'rsatkichlar o'rtasidagi miqdoriy bog'lanish aniqlangan.

Bu jihatlar avvalgi ishlardan farqli o'laroq, chatbot samaradorligini kompleks, matematik asoslangan ko'rinishda baholash imkonini beradi.

Cheklovlar

Tanlama hajmi kichik ($n = 24$), bu natijalarni umumlashtirishda ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Shunga qaramay, kichik tanlama magistrantlar uchun amaliy mashg'ulot sifatida hisoblarni qo'lda (yoki Excelda) bajarish imkoniyatini beradi va metodik jihatdan foydalidir.

Amaliy tavsiyalar

Chatbotni takomillashtirishda avvalo javob sifatini (Accuracy) oshirishga e'tibor qaratish lozim. Javob berish vaqtini optimallashtirish orqali foydalanuvchi qoniqishini oshirish mumkin. Foydalanuvchi qoniqish ballarini muntazam kuzatib borish va ular bo'yicha regressiya modelini yangilab borish zarur. Magistrantlar uchun bunday case-study asosida matematik statistika va modellashtirish fanlarini o'qitish samarali hisoblanadi.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun takliflar.

Tanlama hajmini oshirish va turli chatbotlar bo'yicha ma'lumotlarni jamlash; vaqt qatori (vaqt bo'yicha) tahlilini joriy qilish;

neyron tarmoqlar va mashinaviy o'qitish modellarini qo'llash;

foydalanuvchi xatti-harakatlarini (chat uzunligi, kontekst almashish, xatoliklar) chuqur tahlil qilish.

XULOSA

Maqolada onlayn ta'lim platformalaridagi interaktiv chatbotlarning samaradorligini baholashda matematik metodlarga asoslangan kompleks model taklif etildi. Tadqiqot deskriptiv statistika natijalari orqali chatbotlarning javob berish vaqti barqaror ekanini ko'rsatdi, korrelatsiya va ko'p omilli regressiya tahlillari esa samaradorlikka eng katta ta'sir ko'rsatuvchi omillar sifatida Accuracy (signal aniqligi), Response Time (javob berish tezligi) va Satisfaction (foydalanuvchi qoniqishi)ni aniqladi. Ushbu natijalar asosida ishlab chiqilgan optimallashtirish modeli resurslarni birinchi navbatda sifatni oshirish yo'nalishiga yo'naltirish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

Shuningdek, tadqiqot nafaqat chatbotlarni texnik va amaliy jihatdan baholashga xizmat qilsa, balki magistrantlar va talabalar uchun matematik tahlil, korrelatsiya va regressiya metodlarini real ma'lumotlar asosida qo'llash imkonini yaratadi. Bu ularning analitik fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish, ilmiy-tadqiqot kompetensiyalarini shakllantirish va raqamli ta'lim vositalarini samarali integratsiya qilishga yordam beradi. Shu bilan birga, kompleks baholash yondashuvi chatbotlarning turli parametrlarini yagona indeks orqali tahlil qilish imkonini berib, ta'lim jarayonida interaktiv tizimlarni samaradorligini yanada oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zaripova M., Yusupova A. (2025). Onlayn ta'lim platformalari interaktiv chatbotlari samaradorligini kompleks baholash. «Yashil Iqtisodiyot Va Taraqqiyot» Jurnal, 3(11), 18–24. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17725285>
2. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). Applied statistics and probability for engineers (7th ed.). Wiley.
3. Triola, M. F. (2019). Elementary statistics (13th ed.). Pearson.
4. Devore, J. L. (2016). Probability and statistics for engineering and the sciences (9th ed.). Cengage Learning.
5. Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). Basic econometrics (5th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
6. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: Forecasting and control (5th ed.). Wiley.
7. Mustafakulov, S. (2017). Investment attractiveness of regions: Methodic aspects of the definition and classification of impacting factors. *European Scientific Journal*, 13(10), 433–449
8. Zaripova, M. D. (2019). Assessment of the quality of education in the higher education system. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11(79), 390–392. <https://doi.org/10.15863/TAS.2019.11.79.63> (agar DOI mavjud bo'lmasa, havola olib tashlanadi)
9. OpenAI. (2024). GPT-based Learning Applications: An Overview. OpenAI Technical Report, (TR-24-01).