



UDK: 519.87:371.03

Jo'rabek ESHIMBETOV,
Toshkent gumanitar fanlar universiteti o'qituvchisi
E-mail: eshimbetovjurabek1990@gmail.com

O'zMU dostenti, PhD M.Eshimbetov taqrizi asosida

INNOVATIVE DIRECTIONS FOR DEVELOPING LOGICAL THINKING IN MATHEMATICS EDUCATION BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Annotation

Artificial intelligence (AI) technologies are fundamentally transforming many aspects of the education system, and their gradual integration into mathematics teaching is rapidly accelerating. This study analyzes the main directions and current scientific findings related to the implementation of AI technologies in the process of teaching mathematics. The research highlights the pedagogical significance of Data-Driven Learning (DDL), Natural Language Processing (NLP) systems in developing students' logical and reflective thinking skills.

Key words: Artificial intelligence, logical thinking, mathematics education, automated assessment, natural language processing, information and communication technologies, reflective learning.

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) радикально изменяют многие аспекты системы образования, и процесс их постепенной интеграции в преподавание математики стремительно развивается. В данном исследовании анализируются основные направления и актуальные научные результаты, связанные с применением технологий ИИ в процессе обучения математике. Рассматриваются роль и значение обучения на основе данных (Data-Driven Learning (DDL)), обработки естественного языка (Natural Language Processing (NLP)) в формировании логического и рефлексивного мышления обучающихся.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, логическое мышление, математическое образование, автоматическая оценка, обработка естественного языка, информационно-коммуникационные технологии, рефлексивное обучение.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA MATEMATIKA TA'LIMIDA MANTIQIY TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISHNING INNOVATION YO'NALISHLARI

Annotatsiya

Sun'iy intellekt (AI) texnologiyalari ta'lim tizimining ko'plab jihatlarini tubdan o'zgartirmoqda hamda ularni matematika ta'limiga bosqichma-bosqich integratsiyalash jarayoni jadallashmoqda. Ushbu tadqiqotda matematika o'qitish jarayonida AI texnologiyalarining qo'llanilishiga oid asosiy yo'nalishlar va dolzarb ilmiy natijalar tahlil qilinadi. Tadqiqotda ma'lumotlarga asoslangan o'qitish (DDL), tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlari hamda o'quvchilarning mantiqiy va refleksiv tafakkurini shakllantirishdagi o'rni yoritilgan.

Kalit so'zlari: Sun'iy intellekt, mantiqiy fikrlash, matematika ta'limi, avtomatik baholash, tabiiy tilni qayta ishlash, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, refleksiv o'qitish.

Kirish. Sun'iy intellekt (AI) – bu odatda inson tafakkuriga xos bo'lgan funksiyalarni bajarishga qodir kompyuter tizimlari majmuasidir. Texnik nuqtai nazardan, AI inson miyasining intellektual faoliyatini modellashtiruvchi hisoblash texnologiyasidir. So'nggi yillarda u turli sohalarda, jumladan ta'limda faol joriy qilinmoqda va o'qitish jarayonining barcha bosqichlariga chuqur kirib bormoqda. Ta'limda AI texnologiyalarining joriy qilinishi o'quv jarayonini avtomatlashtirish bilan birga, talabalarning mantiqiy fikrlashini, tahliliy yondashuvini va refleksiv tafakkurini rivojlantirish uchun yangi sharoit yaratmoqda. Kukulsk-Humle va boshqalar ta'limda AIning ta'sirini uchta yo'nalishga ajratadi:

AI bilan o'ragnish (learning with AI) – o'qituvchilar va talabalar o'z faoliyatida AI tizimlaridan yordamchi vosita sifatida foydalanadilar;

AI orqali o'rganish (learning through AI) – AI texnologiyalari o'quv materiallarini tahlil qilish va tushuntirishni avtomatik tarzda amalga oshiradi;

AI yordamida o'rganish (learning about AI) – talabalar AI tizimlari yordamida o'z fikrini mantiqan asoslash, xulosalash va tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradilar.

Shu nuqtai nazardan, AI texnologiyalarining matematika ta'limiga tatbiqi faqat algoritmik masalalarni yechish bilan chegaralanmay, balki talabaning mantiqiy dalillash, isbotlash va xulosa chiqarish faoliyatini ham raqamli muhitda shakllantirishga xizmat qiladi.

Ushbu maqolada AI texnologiyalarining matematika fanini o'qitishdagi didaktik imkoniyatlari, xususan, mantiqiy tafakkurni rivojlantirishdagi roli o'rganiladi. Maqolada ilg'or texnologiyalar – tabiiy tilni qayta ishlash (NLP), ma'lumotlarga asoslangan o'qitish (DDL), avtomatik yozma baholash (AWE), kompyuterlashtirilgan dinamik baholash (CDA), intellektual repetitor tizimlari (ITS), nutqni avtomatik tanish (ASR) hamda AI – chatbotlar matematika ta'limiga integratsiyalash imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Bu texnologiyalar o'zaro integratsiyalashgan holda AI – pedagogik muhitni shakllantiradi. Bunda AI nafaqat

avtomatik hisoblash yoki test tizimi vazifasini bajaradi, balki mantiqiy fikr yuritish jarayonini boshqaruvchi intellektual yordamchi tizim sifatida faoliyat yuritadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi – AI texnologiyalarining matematika fanini o'qitishda mantiqiy tafakkur, tahliliy yondashuv va refleksiv rivojlantirishdagi ilmiy-metodik asoslarini yoritishdir.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda ta'lim tizimida sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida raqamli ta'lim muhitida yangi didaktik yondashuvlar shakllanmoqda. Aksariyat xorijiy tadqiqotlar (Ai, 2017; Barrot, 2023; Bibauw, François & Desmet, 2019; Boulton & Vyatkina, 2021) shuni ko'rsatadiki, AI texnologiyalari o'quvchilarning refleksiv, analitik va mantiqiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda samarali vosita sifatida qaralmoqda.

Chinkina, Ruiz va Meurers (2020) ishlarida tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) texnologiyalari asosida avtomatik savollar generatsiyasi o'qituvchining mantiqiy yo'naltiruvchi savol berish metodikasini raqamli muhitda takrorlay olishi isbotlangan. Bu yondashuv matematika ta'limida ham masala shartlarini tahlil qilish, sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlash va dalillash zanjirlarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Pérez-Paredes (2022) hamda Crosthwaite va Steeples (2022) ma'lumotlarga asoslangan o'qitish (Data-Driven Learning – DDL) yondashuvining ilmiy asoslarini ishlab chiqqanlar. Ularning fikricha, katta hajmdagi o'quv ma'lumotlarini tahlil qiluvchi AI tizimlari talabalarining fikrlashdagi individual xatolarini avtomatik aniqlab, shaxsga mos topshiriqlarni yaratadi. Bu esa matematika o'qitishda induktiv va deduktiv tafakkurni uyg'unlashtirish imkonini beradi. Ebadi va Rahimi (2019) tomonidan ishlab chiqilgan kompyuterlashtirilgan dinamik baholash (CDA) modeli o'quvchining fikrlash jarayonini real vaqt rejimida tahlil qilib, xatoni to'g'rilashga yo'naltiruvchi mediator sifatida ishlaydi. Zhang va Lu (2019), shuningdek, Yang va Qian (2020) tadqiqotlarida CDA tizimi refleksiv fikrlashni shakllantiruvchi samarali raqamli diagnostika vositasi sifatida e'tirof etilgan.

Yuqoridagi manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt texnologiyalari matematika ta'limi uchun nafaqat avtomatlashtirilgan tahlil vositasi, balki o'quvchi tafakkurini modelashtiruvchi intellektual tizim sifatida ham katta didaktik salohiyatga ega. Ushbu texnologiyalar mantiqiy, refleksiv va analitik tafakkurni shakllantirishda integrativ yondashuvni ta'minlaydi hamda o'qituvchining faoliyatini raqamli diagnostika asosida qo'llab-quvvatlaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotning metodologik asosini kognitiv psixologiya, pedagogik informatika, raqamli didaktika nazariyasi va sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'limdagi konsepsiyasi tashkil etadi. Metodologiya matematika ta'limida mantiqiy, tahliliy va refleksiv tafakkurni rivojlantirish jarayonlarini ilmiy asosda o'rganish, baholash va modelashtirishga qaratilgan.

Sun'iy intellektning matematika o'qitish va o'rganishdagi roli

Tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing) va mantiqiy tafakkurni rivojlantirish

Tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing (NLP)) texnologiyasi kompyuter tizimlariga inson tilini tushunish imkonini beradi. Dastlab, bu yondashuv chet tillarini o'qitish jarayonida samarali vosita sifatida qo'llanilgan bo'lsa, so'nggi yillarda u matematika ta'limida mantiqiy fikrlashni rivojlantirish vositasi sifatida ham e'tirof etilmoqda.

NLP texnologiyalari yordamida sun'iy intellekt matematik matn – ya'ni masala sharti, teorema yoki isbotning matn shaklidagi ifodasini tahlil qiladi, undagi asosiy tushunchalar, sabab – oqibat bog'lanishlari va dalillar zanjirini

aniqlaydi. Bu jarayon Talabani tahlil, sintez, xulosa chiqarish kabi mantiqiy operatsiyalarni ongli ravishda bajarishga o'rgatadi.

Masalan, AI-NLP tizimi matematik masalani tahlil qilib, quyidagicha individual yondashuvni amalga oshiradi:

Matndagi matematik obyektlar (funksiya, o'zgaruvchi, parameter) ni avtomatik ajratadi;

Shart va talab o'rtidagi mantiqiy bog'lanishni aniqlaydi;

Talabaga savol berish yoki yechimga yo'naltiruvchi "intellektual so'roq" (AI - generated question) hosil qiladi.

Bu usul o'qituvchining an'anaviy "savol-javob" metodini avtomatlashtiradi, lekin uning mantiqiy asoslash funksiyasini saqlab qoladi. Masalan, talabadan "nega bu tenglama simmetrik?" yoki "funksiya qiymati noldan kichik bo'lishi mumkinmi?" kabi AI tomonidan yaratilgan savollar mantiqiy fikrlashni faollashtiradi.

Shunga o'xshash tadqiqotlarda, masalan, Chinkina va boshqalar sun'iy intellekt tomonidan avtomatik yaratilgan savollar sifati inson o'qituvchisi tomonidan tuzilgan savollar darajasida ekanligini ko'rsatgan. Bu natija matematika ta'limi uchun dolzarbdir, chunki, AI asosida yaratilgan mantiqiy yo'naltiruvchi savollar talabalarining mulohaza yuritish, isbot qilish va xulosa chiqarish qobiliyatlarini sezilarli darajada rivojlantiradi.

Shunday qilib, tabiiy tilni qayta ishlash texnologiyalari matematika fanida masala matnini tahlil qilish, mantiqiy savollar tuzish, Talabani refleksiv o'ylashga undash orqali mantiqiy fikrlashni rivojlantirishga xizmat qiladi. Bu yondashuv sun'iy intellekt asosidagi kognitiv-pedagogik muhitni yaratish uchun mustahkam poydevor bo'la oladi.

Ma'lumotlarga asoslangan o'qitish (Data-Driven Learning) va matematik mantiqiy fikrlashning shakllanishi

Matematika ta'limida ma'lumotlarga asoslangan o'qitish (Data-Driven Learning (DDL)) yondashuvi o'quv jarayonini empirik ma'lumotlar va statistik tahlil natijalariga tayangan holda tashkil etishga imkon beradi. Ushbu konsepsiya sun'iy intellekt texnologiyalari, xususan big data va machine learning algoritmlaridan foydalangan holda talabalarining fikrlash faoliyatini kuzatish, tahlil qilish va individuallashtirishga qaratilgan.

DDL yondashuvi til ta'limida matn korpuslari bilan ishlashga asoslangan bo'lsa, matematika ta'limida u matematik obyektlar, funksiyalar, grafiklar va tenglamalar sistemasini o'z ichiga oluvchi raqamli ma'lumotlar bazasi shaklida namoyon bo'ladi. AI tizimi ushbu ma'lumotlar asosida o'quvchining tahliliy faoliyatini baholaydi, mantiqiy bog'lanishlarni aniqlaydi va unga mos o'quv topshiriqlarini avtomatik tanlaydi.

Bunday yondashuv, Perez-Paredes, Crosthwaite va Steeples tadqiqotlarida ta'kidlanganidek, talabaning kognitiv mustaqilligini kuchaytiradi, chunki o'quvchi tayyor formulani emas, balki ma'lumotlardagi qonuniyatni o'zi topadi. Matematik tilda aytganda DDL jarayoni bu empirik kuzatuv-analitik umumlashtirish-mantiqiy xulosa chiqarish ketma-ketligining algoritmik modeli hisoblanadi.

AI asosidagi DDLning matematik tafakkurga ta'sir mexanizmi

AI tizimi katta hajmdagi ma'lumotlardan foydalangan holda talabalar faoliyatidagi tahliliy va mantiqiy xatolarni avtomatik aniqlaydi. Masalan, differensial tenglamalar bo'yicha o'qitishda tizim har bir talabaning yechim ketma-ketligidagi o'zgaruvchilarni tahlil qilib, deduktiv xulosaning mantiqiy asosga ega-emasligini tekshiradi. Shu asosda talaba uchun avtomatik feedback shakllanadi-bu esa refleksiv fikrlashni kuchaytiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ma'lumotlarga asoslangan yondashuv matematika fanida

mantiqiy fikrlash operatsiyalarining chuqur integratsiyasini ta'minlaydi:

1. Analitik bosqich – AI tizimi talaba yechimlarini tahlil qilib, matematik mantiq zanjiridagi uzilishlarni aniqlaydi;

2. Induktiv bosqich – talabaga ma'lumotlar to'plamidan umumiy qonuniyatni ajratib olishga yordam beradi (masalan, ketma-ketlik, regressiya yoki funksional bog'lanishlarni topish);

3. Deduktiv bosqich – talaba hosil qilingan qonuniyatni yangi masalaga tatbiq etadi;

4. Refleksiv bosqich – AI tizimi tahlil asosida mantiqiy mulohaza xatolarini ko'rsatib, fikrlash jarayonini to'g'irlaydi.

Hadley va Charles ta'kidlaganidek, DDL yondashuvi o'rganish tezligini va semantik tahlil samaradorligini oshiradi; matematika kontekstida esa bu mantiqiy asoslash tezligi va argumentatsiya aniqligini kuchaytiradi.

Sun'iy intellekt yordamida tashkil etilgan DDL modeli matematika o'qitishning yangi paradigmasini shakllantiradi. Unda o'qituvchi – intellektual ma'lumotlar tahlilchisi. AI esa diagnostik yordamchi sifatida faoliyat yuritadi. Bunday yondashuv natijasida: talabalarda empirik kuzatuvga tayangan mantiqiy isbotlash ko'nikmalari rivojlanadi; o'qituvchi mantiqiy xatolarni tez aniqlab, shaxsga yo'naltirilgan ta'limni amalga oshiradi; o'quv jarayoni AI orqali boshqariladigan bilimlar modeli asosida optimallashtiriladi.

Natijada, matematika fanida DDL yondashuvi mantiqiy tafakkur, analitik dalillash va refleksiv o'ylashni

rivojlantiruvchi samarali metod sifatida ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Sun'iy intellekt texnologiyalari ta'lim tizimiga xususan, matematika fanini o'qitishga izchil tarzda integratsiya qilinmoqda. AI texnologiyalari, jumladan NLP, DDLlar o'quv jarayonini raqamli transformatsiya qilishda, ayniqsa, mantiqiy va refleksiv tafakkurni rivojlantirishda yangi imkoniyatlar yaratmoqda.

Sun'iy intellekt vositalarining ta'lim jarayoniga tatbiqi o'qituvchi va talaba o'rtasidagi bilim uzatish modelini "monologik tizim"dan "interfaol, tahliliy, mantiqiy muhokama" shakliga o'tkazmoqda. Bu o'z navbatida, talabani fikrlash jarayonini raqamli kuzatish, dalillashni avtomatik tahlil qilish va xulosalash bosqichlarini diagnostika qilish imkonini beradi. Sun'iy intellekt matematika ta'limini inson tafakkurining yangi bosqichiga olib chiqmoqda. U o'qitish jarayonini faqat avtomatlashtirmaydi, balki talabani mantiqiy, analitik va ijodiy fikrlashini raqamli tarzda rivojlantiruvchi intellektual tizimni shakllantiradi.

AI asosida tashkil etilgan o'quv muhiti talabani mustaqil fikrlashini, ijodiy yondashuvini va dalillash madaniyatini kuchaytiradi. Shu bilan birga, o'qituvchilar uchun ham bu texnologiyalar diagnostik tahlil vositasi sifatida katta metodik ahamiyat kasb etadi.

AI asosida mantiqiy fikrlashni rivojlantirish modeli – bu texnologik yutuq emas, balki pedagogik transformatsiyaning yangi paradigmasi, ya'ni "o'qituvchi + AI + talaba" uchrurchagi asosida qurilgan raqamli didaktik muhitdir.

ADABIYOTLAR

1. Ai, H. (2017). Providing graduated corrective feedback in an intelligent computer-assisted language learning environment. *ReCALL*, 29(3), 313 - 334.
2. Barrot, J. S. (2023). Using automated written corrective feedback in the writing classrooms: Effects on L2 writing accuracy. *Computer Assisted Language Learning*, 36(4), 584 - 607.
3. Bibauw, S., François, T., & Desmet, P. (2019). Discussing with a computer to practice a foreign language: Research synthesis and conceptual framework of dialogue-based CALL. *Computer Assisted Language Learning*, 32(8), 1 - 51.
4. Boulton, A., & Vyatkina, N. (2021). Thirty years of data-driven learning: Taking stock and charting new directions over time. *Language Learning & Technology*, 25(3), 66 - 89.
5. Chen, H. H. J., Yang, C. T. Y., & Lai, K. K. W. (2023). Investigating college EFL learners' perceptions toward the use of Google Assistant for foreign language learning. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1335 - 1350.
6. Chinkina, M., Ruiz, S., & Meurers, D. (2020). Crowdsourcing evaluation of the quality of automatically generated questions for supporting computer-assisted language teaching. *ReCALL*, 32(2), 145 - 161.
7. Choi, I. C. (2016). Efficacy of an ICALL tutoring system and process-oriented corrective feedback. *Computer Assisted Language Learning*, 29(2), 334 - 364.
8. Crosthwaite, P., & Steeples, B. (2022). Data-driven learning with younger learners: Exploring corpus-assisted development of the passive voice for science writing with female secondary school students. *Computer Assisted Language Learning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2068615>
9. Daniels, P., & Iwago, K. (2017). The suitability of cloud-based speech recognition engines for language learning. *The JALT CALL Journal*, 13(3), 229 - 239.
10. Ebadi, S., & Saeedian, A. (2015). The effects of computerized dynamic assessment on promoting at-risk advanced Iranian EFL students' reading skills. *Issues in Language Teaching*, 4(2), 1 - 26.
11. Ebadi, S., & Rahimi, M. (2019). Mediating EFL learners' academic writing skills in online dynamic assessment using Google Docs. *Computer Assisted Language Learning*, 32(5 - 6), 527 - 555.
12. Encyclopedia Britannica. (2021). Artificial intelligence. <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>.
13. Evers, K., & Chen, S. (2022). Effects of an automatic speech recognition system with peer feedback on pronunciation instruction for adults. *Computer Assisted Language Learning*, 35(8), 1869 - 1889.
14. Hadley, G., & Charles, M. (2017). Enhancing extensive reading with data-driven learning. *Language Learning & Technology*, 21(3), 131 - 152.
15. Han, T., & Sari, E. (2022). An investigation on the use of automated feedback in Turkish EFL students' writing classes. *Computer Assisted Language Learning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2067179>.
16. Liu, S., & Yu, G. (2022). L2 learners' engagement with automated feedback: An eye-tracking study. *Language Learning & Technology*, 26(2), 78 - 105.
17. Mindzak, M., & Eaton, S. E. (2021). Artificial intelligence is getting better at writing, and universities should worry about plagiarism. *The Conversation*. <https://theconversation.com/artificial-intelligence-is-getting-better-at-writing-and-universities-should-worry-about-plagiarism-160481>.
18. Pérez-Paredes, P. (2022). A systematic review of the uses and spread of corpora and data-driven learning in CALL research during 2011 - 2015. *Computer Assisted Language Learning*, 35(1 - 2), 36 - 61.
19. Pérez-Paredes, P., Guillamón, C. O., & Jiménez, P. A. (2018). Language teachers' perceptions on the use of OER language processing technologies in MALL. *Computer Assisted Language Learning*, 31(5 - 6), 522 - 545.
20. Pihart, M. (2020). Intelligent information processing for language education: The use of artificial intelligence in language learning apps. *Procedia Computer Science*, 176, 1412 - 1419.