UDK: 378.147:744:004.8

MUHANDISLIK-GEOMETRIK TA'LIMDA SUN'IY INTELLEKT IMKONIYATLARI: KO'P DARAJALI MODEL VA UNI AMALIYOTGA TATBIQ ETISH.

Xonbabayev X. I.
Pedagogika fanlari doktori (DSc), professor, Qo'qon davlat universiteti;

Erkinov J.H.
Qo'qon davlat universiteti
"Ta'limda axborot texnologiyalari" mutaxassisligi magistranti

Annotatsiya. Maqolada chizma geometriya va muhandislik grafikasi fanlarini o'qitishda sun'iy intellekt (SI) imkoniyatlari tahlil qilingan. Adabiyotlar tahlili asosida SI imkoniyatlarini talaba, o'qituvchi, kurs va muassasa darajalarida tizimlashtiruvchi ko'p darajali model taklif etildi. Modelning amaliy qo'llanilishi kesmaning haqiqiy uzunligini aniqlash mavzusidagi dars ssenariysi misolida ko'rsatildi. SI dan foydalanishdagi asosiy xavflar tahlil qilinib, o'qituvchilar va ta'lim muassasalari uchun oltita tavsiya ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, muhandislik grafikasi, chizma geometriya, fazoviy tafakkur, intellektual tutorlik tizimlari, generativ sun'iy intellekt, dars ssenariysi.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: МНОГОУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Ханбабаев Х. И.

доктор педагогических наук (DSc), профессор, Кокандский государственный университет;

Эркинов Ж.Х.

магистрант, Кокандский государственный университет

Аннотация. В статье анализируются возможности искусственного интеллекта (ИИ) в преподавании начертательной геометрии и инженерной графики. На основе анализа литературы предложена многоуровневая модель, систематизирующая возможности ИИ на уровнях студента, преподавателя, курса и учебного заведения. Практическое применение модели показано на примере сценария занятия по теме «Определение натуральной величины отрезка». Проанализированы основные риски использования ИИ и разработаны шесть рекомендаций для преподавателей и учебных заведений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инженерная графика, начертательная геометрия, пространственное мышление, интеллектуальные обучающие системы, генеративный ИИ, сценарий занятия.

OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENGINEERING-GEOMETRIC EDUCATION: A MULTI-LEVEL FRAMEWORK AND ITS IMPLEMENTATION

Xonbabayev X. I.

Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Professor, Kokand State University;

Erkinov J.H.

Master's student, Kokand State University

Abstract. The article analyses the opportunities of artificial intelligence (AI) in teaching descriptive geometry and engineering graphics. Based on a literature review, a multi-level framework is proposed that organizes AI opportunities at the student, instructor, course and institution levels. The practical application of the framework is illustrated by a lesson scenario on determining the true length of a line segment. The main risks of AI use are analysed, and six recommendations for instructors and institutions are formulated.

Keywords: artificial intelligence, engineering graphics, descriptive geometry, spatial reasoning, intelligent tutoring systems, generative AI, lesson scenario.

KIRISH

Fazoviy tafakkur STEM sohalaridagi muvaffaqiyatning eng ishonchli ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi [17]. Muhandislik ta'limida bu qobiliyat asosan chizma geometriya, muhandislik grafikasi va texnik chizmachilik fanlarida rivojlantiriladi: talabalar fazoviy obyektlarni tekislikda tasvirlash, ortogonal proyeksiyalar bo'yicha shaklni tiklash hamda pozitsion va metrik masalalarni grafik usulda yechishni o'rganadilar [2; 3].

Mazkur fanlar ko'plab birinchi kurs talabalari uchun qiyin kechadi. Fazoviy ko'nikmalari sust talabalar fanni o'zlashtirishda qiynaladi, biroq maqsadli mashg'ulotlar bu tafovutni sezilarli kamaytiradi [12]. 217 ta tadqiqot meta-tahlili fazoviy ko'nikmalarni rivojlantirish mumkinligi va natijalar barqarorligini tasdiqlagan [15]. Asosiy muammo – ko'lam: samarali mashg'ulot har bir chizma bo'yicha tez-tez va individual fikr-mulohaza berishni talab qiladi, katta guruhlarda esa o'qituvchi buni ta'minlay olmaydi. Bir vaqtda bir nechta proyeksiyani muvofiqlashtirish bilan bog'liq kognitiv yuklama ham boshlovchi talabalarga to'sqinlik qiladi [13].

Sun'iy intellekt (SI) bu muammoni hal etishda muhim vosita bo'lishi mumkin. Intellektual tutorlik tizimlari (ITT) samaradorligi inson tutorligiga yaqinlashgan [10; 16], generativ SI esa tabiiy tilda tushuntirish va muloqot imkonini beradi [9]. O'zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha sun'iy intellekt texnologiyalarini

rivojlantirish strategiyasida ta'limda SI dan foydalanish alohida yo'nalish sifatida belgilangan [1]. Shu bilan birga, oliy ta'limda SI bo'yicha tadqiqotlarning aksariyati texnologiyaga yo'naltirilgan va pedagogik nazariya bilan yetarli bog'lanmagan [19]. Muhandislik grafikasida esa SI bo'yicha ishlar alohida vositalar bilan cheklanib, SI kurs tizimining qaysi bo'g'inlarida foyda berishini yaxlit ko'rsatadigan model mavjud emas.

Tadqiqotning maqsadi – muhandislik-geometrik ta'limda SI imkoniyatlarini talaba, o'qituvchi, kurs va muassasa darajalarida tizimlashtiruvchi ko'p darajali model ishlab chiqish, uni dars ssenariysi misolida asoslash hamda SI dan mas'uliyatli foydalanish bo'yicha tavsiyalar berishdan iborat.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

Ta'limdagi SI ilovalari odatda talabaga, o'qituvchiga va ta'lim tizimiga yo'naltirilgan turlarga ajratiladi. O. Zawacki-Richter va hammualliflar [19] oliy ta'limdagi SI ning to'rt yo'nalishini ajratgan: profillash va bashorat qilish, baholash, adaptiv tizimlar va intellektual tutorlik. L. Chen va hammualliflar [8] mustaqil o'quv dasturlaridan real vaqtda moslashuvchi platformalarga o'tish tendensiyasini qayd etgan.

Eng kuchli empirik dalillar ITT ga tegishli: K. VanLehn [16] bosqichli tutorlik tizimlari inson tutorligiga yaqin natija berishini aniqlagan, J. Kulik va J. Fletcher [10] esa 50 ta nazoratli tadqiqot bo'yicha median ta'sirni 0,66 standart og'ish deb baholagan. Katta til modellari muloqot va kontent yaratish imkonini qo'shadi, ammo ortiqcha tayanish va faktik xatolar xavfini ham tug'diradi [9].

Muhandislik grafikasida kompyuter texnologiyalari uzoq vaqtdan beri asosan chizish vositasi sifatida qo'llanib kelinmoqda. Maxsus kurslar va multimedia materiallari [12], shuningdek, to'ldirilgan reallik (AR) vositalari [11] talabalarning fazoviy qobiliyatlarini yaxshilagan. Mahalliy tadqiqotlarda muhandislik grafikasini o'qitish metodikasi [3] hamda talabalarning raqamli kompetensiyasini pedagogik va mahalliy texnologiyalar asosida rivojlantirish [4; 5], amaliy mashg'ulotlar sifatini raqamli texnologiyalar orqali oshirish [6] masalalari yoritilgan.

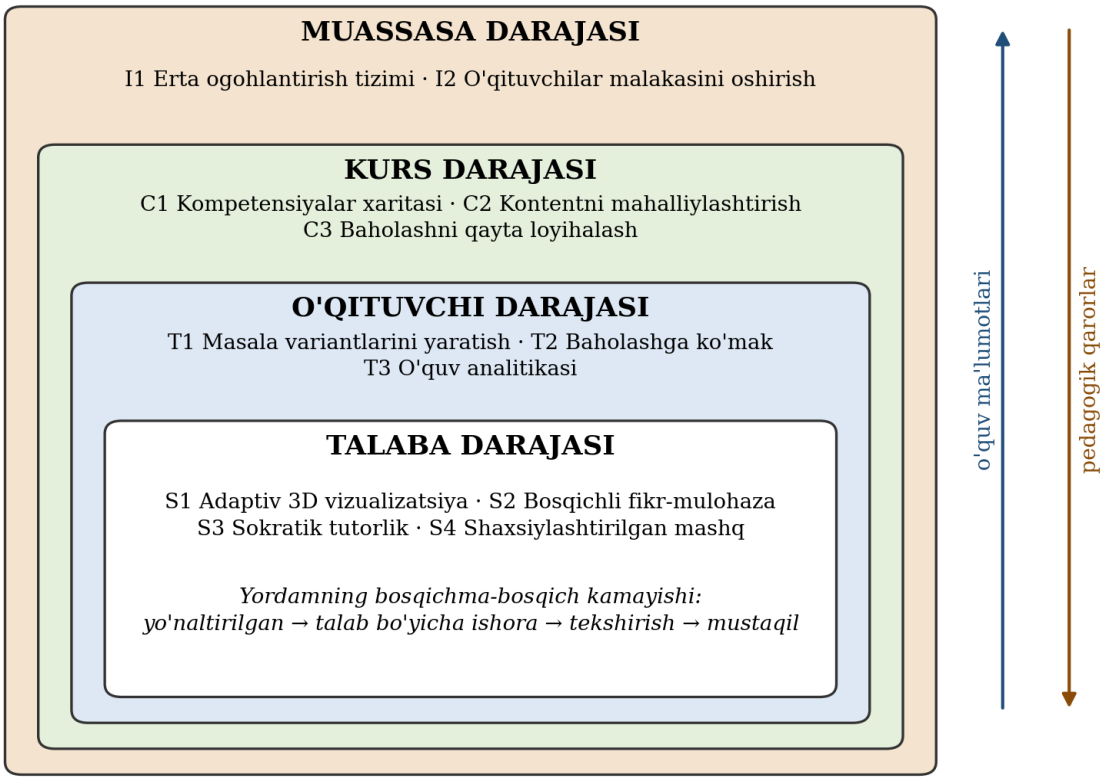
Tadqiqotning nazariy asosini kognitiv yuklama nazariyasi [13] va scaffolding – talaba kompetentligi oshgani sari kamaytirib boriladigan vaqtinchalik yordam nazariyasi [18] tashkil etadi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, mavjud ishlar alohida vositalarni (masalan, vizualizatsiya uchun AR yoki chizish uchun CAD) o'rganadi, SI imkoniyatlarini kursning barcha ishtirokchilari va darajalari bo'yicha tizimlashtiruvchi model esa ishlab chiqilmagan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot loyihaviy-konseptual yondashuv asosida uch bosqichda olib borildi. Birinchi bosqichda Scopus, IEEE Xplore, ERIC va Google Scholar bazalaridan SI ("artificial intelligence", "intelligent tutoring", "generative AI"), fan sohasi ("engineering graphics", "descriptive geometry", "spatial ability") va ta'lim ("education", "learning") tushunchalari bo'yicha manbalar tanlandi; milliy kontekst uchun mahalliy tadqiqotlar va me'yoriy hujjatlar ham o'rganildi. Ikkinchi bosqichda har bir manba SI funksiyasi va undan foyda oluvchi ishtirokchi bo'yicha kodlanib, imkoniyatlar to'rt darajaga taqsimlandi. Uchinchi bosqichda model nazariy izchillik bo'yicha tekshirildi va uning amaliy qo'llanilishi Qo'qon davlat universitetidagi birinchi kurs muhandislik grafikasi fanining bitta darsini loyihalash orqali asoslandi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tahlil natijasida SI ning o'n ikkita imkoniyati aniqlanib, ular to'rtta ichma-ich joylashgan darajaga ajratildi (1-rasm, 1-jadval). Darajalar o'zaro bog'liq: talaba darajasida yig'ilgan ma'lumotlar o'qituvchi analitikasiga, u esa o'z navbatida kursni takomillashtirish va muassasa qarorlariga asos bo'ladi.



1-rasm. Muhandislik-geometrik ta'limda SI imkoniyatlarining ko'p darajali modeli

1-jadval. SI imkoniyatlarining darajalar bo'yicha taqsimlanishi

Daraja va imkoniyat	SI funksiyasi (vositalar)	Kutilayotgan natija
Talaba. S1. Adaptiv 3D vizualizatsiya	Ortogonal proyeksiyalar bilan bog'langan interaktiv modellar (GeoGebra 3D, SI asosidagi CAD, AR)	Kognitiv yuklama kamayadi; fazoviy obraz mustahkamlanadi
S2. Bosqichli fikr-mulohaza	Har bir yasashni tekshirib, xato joyini aniqlaydi (bosqichli ITT, chizmalarni avtomatik tekshirish)	Tezkor, individual tuzatish
S3. Sokratik tutorlik	Tabiiy tilda yo'naltiruvchi savollar va tushuntirishlar (pedagogik promptli til modellari)	Ommaviy tarzda individual yordam

Daraja va imkoniyat	SI funksiyasi (vositalar)	Kutilayotgan natija
S4. Shaxsiylashtirilgan mashq	Talaba darajasi va xatolariga mos masalalar (adaptiv o'quv platformalari)	Yaqin rivojlanish zonasida mashq qilish
O'qituvchi. T1. Masala variantlarini yaratish	Standart masalalarning parametrik variantlari (til modellari, parametrik CAD skriptlari)	Teng qiyinlikdagi ko'plab topshiriqlar; ko'chirishning kamayishi
T2. Baholashga ko'mak	Chizmalarni mezonlar bo'yicha dastlabki baholash (tasvir va CAD modeli tahlili)	Tez va xolis baholash
T3. O'quv analitikasi	Tipik xatolar va qiynalayotgan talabalarni aniqlash (LMS va ITT panellari)	O'z vaqtida aniq yordam ko'rsatish
Kurs. C1. Kompetensiyalar xaritasi	Topshiriqlarni fazoviy va grafik kompetensiyalar bilan bog'lash	Mavzular bo'yicha izchil rivojlanish
C2. Kontentni mahalliylashtirish	Materiallar va atamalarni tarjima qilish va moslashtirish (glossariy bilan ishlaydigan til modellari)	O'zbek, rus va ingliz tillaridagi materiallar
C3. Baholashni qayta loyihalash	Baholashni jarayon va mulohazaga yo'naltirish (SI qayd etgan yechim tarixi)	SI dan noto'g'ri foydalanishga chidamli baholash
Muassasa. I1. Erta ogohlantirish tizimi	Dastlabki ma'lumotlar asosida o'zlashtira olmaslik xavfini bashorat qilish	Birinchi kursda talabalarni saqlab qolish

Daraja va imkoniyat	SI funksiyasi (vositalar)	Kutilayotgan natija
I2. O'qituvchilar malakasini oshirish	Pedagogik prompting bo'yicha SI yordamidagi o'quv kurslari	SI ning barqaror va mas'uliyatli joriy etilishi

Modelning barcha darajalari uchun umumiy tamoyil – **SI talabaning fikrlashini almashtirmasligi, balki uni qo'llab-quvvatlashi kerak**. Talaba darajasida bu yordamning to'rt bosqichda kamayib borishi orqali amalga oshiriladi: yo'naltirilgan yordam, talab bo'yicha ishora, faqat tekshirish va mustaqil ishlash [18].

Modelni dars jarayoniga tatbiq etish. Modelning amaliy imkoniyatini asoslash uchun Qo'qon davlat universitetidagi birinchi kurs muhandislik grafikasi fanidan "Umumiy vaziyatdagi kesmaning haqiqiy uzunligini aniqlash" mavzusidagi 80 daqiqalik dars loyihalandi. Bu metrik masala to'g'ri burchakli uchburchak, aylantirish yoki proyeksiya tekisliklarini almashtirish usullari bilan yechiladi [2]. Dars tuzilmasi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. SI funksiyalari qo'llanilgan dars ssenariysi

Bosqich (daq.)	Talaba faoliyati	SI funksiyasi	Model bilan bog'liqligi
1. Faollashtirish (10)	3D kesmani aylantirib, uning proyeksiyalari nima uchun haqiqiy uzunlikdan qisqa ekanini kuzatadi	Frontal va gorizontal proyeksiyalar bilan bog'langan 3D model	S1
2. Yo'naltirilgan yechish (20)	Birinchi masalani savollar beradigan, lekin javobni chizib bermaydigan SI-tutor bilan yechadi	Sokratik tutorlik; bosqichli tekshirish	S3, S2

Bosqich (daq.)	Talaba faoliyati	SI funksiyasi	Model bilan bog'liqligi
3. Mustaqil mashq (30)	Uchta parametrik variantni yechadi, faqat qiyinchilikda ishora so'raydi	Variantlar yaratish; talab bo'yicha ishora; qayd etish	T1, S4, S2
4. Tanqidiy tahlil (10)	SI yaratgan, proyeksiyalar farqi noto'g'ri olingan yechimdagi xatoni topadi	Xato SI yechimi o'quv obyekti sifatida	S3
5. Refleksiya (10)	Qaysi usulni nima uchun tanlaganini yozma tushuntiradi	Har bir talabaning ishora va xatolari bo'yicha qisqa hisobot	T3

Ikkinchi bosqichda SI-tutor pedagogik ko'rsatma (prompt) bilan sozlanadi, masalan: "Sen chizma geometriya bo'yicha tutorsan. Hech qachon yakuniy yasash yoki javobni berma. Har safar bitta yo'naltiruvchi savol ber. Talaba xato qilsa, xato qaysi bosqichda ekanini ayt va uni tekshirib ko'rishni so'ra." To'rtinchi bosqichda esa katta til modellarining ishonarli, lekin geometrik jihatdan noto'g'ri yasashlarni tavsiflash kamchiligidan o'quv vositasi sifatida foydalaniladi. Dars yakunida o'qituvchi paneli (T3) guruhda eng ko'p xato qilingan bosqichni ko'rsatadi – masalan, frontal proyeksiyadagi balandliklar farqini gorizontal proyeksiyadagi chuqurliklar farqi bilan adashtirish – va keyingi dars shu xatoni tahlil qilishdan boshlanadi. Ssenariyda GeoGebra va umumiy maqsadli til modeli kabi bepul yoki keng tarqalgan vositalardan foydalanilgani uchun uni maxsus infratuzilmasiz qo'llash mumkin.

Xavflar tahlili. SI dan foydalanishda to'rtta asosiy xavf aniqlandi. Birinchidan, ortiqcha tayanish: generativ SI mashq vaqtidagi natijani yaxshilab, keyinchalik mustaqil ishlash natijasini pasaytirishi mumkin; cheklovlar o'rnatilgan tutor rejimida bu salbiy ta'sir sezilarli kamaygan [7]. Ikkinchidan, geometrik noaniqlik: til modellari fazoviy munosabatlar haqida ravon, ammo ko'pincha noto'g'ri mulohaza yuritadi.

Uchinchidan, akademik halollik: SI tayyor chizma yarata olgani uchun faqat yakuniy natijani baholash o'z ahamiyatini yo'qotadi [14]. To'rtinchidan, teng imkoniyat va til masalasi: qurilma va dasturlardan foydalanish imkoniyati bir xil emas, SI ning o'zbek tilidagi texnik terminologiya bo'yicha aniqligi esa ingliz tilidagiga nisbatan past.

Tadqiqotning asosiy cheklovi uning konseptual xarakteridir: taklif etilgan ssenariy hali empirik jihatdan sinovdan o'tkazilmagan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

SI muhandislik-geometrik ta'limning barcha darajalarida imkoniyatlar yaratadi: talabalar adaptiv vizualizatsiya, bosqichli fikr-mulohaza va Sokratik tutorlikdan foydalana oladi; o'qituvchilar masala variantlarini yaratish, baholashni tezlashtirish va xatolarni erta aniqlash imkoniga ega bo'ladi; kurs va muassasa darajasida kompetensiyalarni kuzatish, kontentni mahalliylashtirish va xavf guruhidagi talabalarni aniqlash mumkin bo'ladi. Taklif etilgan model o'n ikkita shunday imkoniyatni tizimlashtiradi, dars ssenariysi esa ularni oddiy mashg'ulotda keng tarqalgan vositalar yordamida uyg'unlashtirish mumkinligini ko'rsatadi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagilar tavsiya etiladi:

1. SI-tutorlarni yakuniy javob bermaydigan pedagogik ko'rsatmalar bilan sozlab qo'llash;
2. aniq o'zlashtirish mezonlari asosida talabalarni yo'naltirilgan ishdan mustaqil ishga bosqichma-bosqich o'tkazish;
3. baholashda yakuniy chizma bilan birga fikrlash jarayoni, ishoralardan foydalanish va xatolarni tuzatishni ham hisobga olish;
4. SI yechimlaridagi xatolardan tanqidiy fikrlashni rivojlantiruvchi topshiriqlar sifatida foydalanish;
5. teng imkoniyatni ta'minlash uchun GeoGebra kabi ochiq va bepul vositalarga ustuvorlik berish;
6. o'qituvchilarning pedagogik prompting, o'quv analitikasi va o'zbek tilidagi terminologiyani mahalliylashtirish bo'yicha malakasini oshirish.

Keyingi bosqichda modelni Qo'qon davlat universitetida nazorat va tajriba guruhlari ishtirokida Purdue Spatial Visualization Test: Rotations testi, masala turlari bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichlari va SI yordamisiz yechilgan masalalar ulushi asosida empirik tekshirish rejalashtirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi "2030-yilgacha sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PQ-358-son qarori. – URL: https://lex.uz/docs/7158606
2. Murodov Sh., Hakimov L., Xolmurzayev A. Chizma geometriya: darslik. – T.: Iqtisod-moliya, 2008. – 296 b.
3. Ro'ziyev E.I., Ashirboyev A.O. Muhandislik grafikasini o'qitish metodikasi: darslik. – T.: Fan va texnologiya, 2010. – 248 b.
4. Онорбоев Б., Ханбабаев Х. Развитие цифровой компетентности студентов на основе педагогических технологий образования // Общество и инновации. – 2023. – Т. 4, № 8/S. – С. 317–322. – DOI: 10.47689/2181-1415-vol4-iss8/S-pp317-322
5. Khanbabayev H.I. Ways to develop digital competence in students through local technology // JournalNX – A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. – 2023. – Vol. 9, Issue 11. – P. 115–118.
6. Khanbabayev Kh.I., Dekhkanov Kh.Ya. The use of digital technology techniques in improving the quality of practical training // International Journal of Artificial Intelligence. – 2024. – Vol. 4, № 08. – P. 10–13.
7. Bastani H., Bastani O., Sungu A., Ge H., Kabakcı Ö., Mariman R. Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2025. – Vol. 122, № 26. – e2422633122. – DOI: 10.1073/pnas.2422633122
8. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial intelligence in education: A review // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 75264–75278. – DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988510

9. Kasneci E., Seßler K., Küchemann S. et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // Learning and Individual Differences. – 2023. – Vol. 103. – Art. 102274. – DOI: 10.1016/j.lindif.2023.102274
10. Kulik J.A., Fletcher J.D. Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review // Review of Educational Research. – 2016. – Vol. 86, № 1. – P. 42–78. – DOI: 10.3102/0034654315581420
11. Martín-Gutiérrez J., Saorín J.L., Contero M. et al. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students // Computers & Graphics. – 2010. – Vol. 34, № 1. – P. 77–91. – DOI: 10.1016/j.cag.2009.11.003
12. Sorby S.A. Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students // International Journal of Science Education. – 2009. – Vol. 31, № 3. – P. 459–480. – DOI: 10.1080/09500690802595839
13. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // Cognitive Science. – 1988. – Vol. 12, № 2. – P. 257–285. – DOI: 10.1207/s15516709cog1202_4
14. UNESCO. Guidance for generative AI in education and research. – Paris: UNESCO, 2023. – 44 p. – DOI: 10.54675/EWZM9535
15. Uttal D.H., Meadow N.G., Tipton E. et al. The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies // Psychological Bulletin. – 2013. – Vol. 139, № 2. – P. 352–402. – DOI: 10.1037/a0028446
16. VanLehn K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems // Educational Psychologist. – 2011. – Vol. 46, № 4. – P. 197–221. – DOI: 10.1080/00461520.2011.611369
17. Wai J., Lubinski D., Benbow C.P. Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance // Journal of Educational Psychology. – 2009. – Vol. 101, № 4. – P. 817–835. – DOI: 10.1037/a0016127

18. Wood D., Bruner J.S., Ross G. The role of tutoring in problem solving // Journal of Child Psychology and Psychiatry. – 1976. – Vol. 17, № 2. – P. 89–100. – DOI: 10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x
19. Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2019. – Vol. 16. – Art. 39. – DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0