



UDK 373004(021)

Navro‘zaxon NORMURODOVA,
Shahrisabz davlat pedagogika instituti tayanch doktaranti
E-mail: Origo8190@email.com

SHDPI professori, p.f.d. (DSc) P.Jalolova taqrizi ostida

USING THREE-DIMENSIONAL GRAPHIC MODELS IN PREPARING STUDENTS FOR CONSTRUCTIVE ACTIVITY

Annotation

This article presents a comparative analysis of international, CIS, and local researchers' contributions to the problem of using three-dimensional graphic models in developing students' constructive activity skills. Drawing on Uttal et al.'s meta-analysis of spatial skill training (2013), Yakimanskaya's foundational work on spatial thinking in Soviet pedagogy (1980), and contemporary Uzbek scholarship on innovative teaching methods, the study identifies key convergences and divergences in theoretical frameworks and practical approaches. The analysis reveals that while international research emphasises cognitive mechanisms of 3D visualisation, CIS scholarship foregrounds the developmental dimension of spatial thinking, and local studies increasingly address the integration of digital tools within national educational standards. The article argues that a synthesised approach drawing on all three traditions offers the most productive basis for curriculum innovation in engineering graphics at Uzbek universities.

Key words: three-dimensional graphic model, constructive activity, spatial thinking, engineering graphics, 3D visualisation, STEM education, comparative pedagogy, cognitive load, multimedia learning, spatial reasoning, digital tools.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ К КОНСТРУКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация

В статье представлен сравнительный анализ исследований зарубежных, постсоветских и отечественных учёных по проблеме использования трёхмерных графических моделей в формировании конструктивной деятельности студентов. Анализ показывает, что зарубежная наука акцентирует когнитивные механизмы 3D-визуализации, учёные СНГ — развивающую функцию пространственного мышления, а отечественные исследователи — интеграцию цифровых средств в национальные образовательные стандарты. Синтез этих подходов составляет продуктивную основу для обновления программ инженерной графики в вузах Узбекистана.

Ключевые слова: трёхмерная графическая модель, конструктивная деятельность, пространственное мышление, инженерная графика, 3D-визуализация, STEM-образование, когнитивная нагрузка, мультимедийное обучение, сравнительная педагогика.

TALABALARNI KONSTRUKTIV FAOLIYATGA TAYYORLASHDA UCH O‘LCHAMLI GRAFIK MODELLARDAN FOYDALANISH

Annotatsiya

Maqolada uch o‘lchamli grafik modellarning talabalar konstruktiv faoliyatini shakllantirishdagi roliga bag‘ishlangan xorijiy, MDH va mahalliy olimlar tadqiqotlarining qiyosiy tahlili keltirilgan. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, xorijiy ilm-fan 3D vizualizatsiyaning kognitiv mexanizmlarini, MDH olimlari fazoviy fikrlashning rivojlantiruvchi vazifasini, mahalliy tadqiqotchilar esa raqamli vositalarni milliy ta‘lim standartlariga integratsiyalashni ustuvor yo‘nalish sifatida o‘rganadi. Ushbu yondashuvlarning sintezi O‘zbekiston oliy ta‘limida muhandislik grafikasi o‘qitishni yangilashning samarali asosi bo‘lib xizmat qilishi asoslanadi.

Kalit so‘zlar: uch o‘lchamli grafik model, konstruktiv faoliyat, fazoviy fikrlash, muhandislik grafikasi, 3D vizualizatsiya, STEM ta‘limi, kognitiv yuklanish, multimedia ta‘lim, qiyosiy pedagogika, raqamli vositalar.

Kirish. Zamonaviy muhandislik ta‘limining eng muhim vazifalaridan biri - talabalarining fazoviy tasavvurini va konstruktiv faoliyat ko‘nikmalarini rivojlantirishdir. Fazoviy fikrlash - uch o‘lchamli ob‘ektlarni aqlda ifodalash, aylantirish va tahlil qilish qobiliyati - nafaqat muhandislik, balki arxitektura, tibbiyot, raqamli dizayn va robotexnika kabi sohalarida ham fundamental kompetensiya sifatida tan olingan [1]. Biroq dunyo ta‘lim amaliyoti shuni ko‘rsatadiki, ushbu ko‘nikmalarni shakllantirishga qaratilgan yondashuvlar xorijiy, MDH va mahalliy ilm-fanda sezilarli darajada farqlanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-yanvardagi PQ-22-son qarori bilan oliy ta‘limda muhandislik va texnik yo‘nalishlarni takomillashtirish, shu jumladan

raqamli vositalar va 3D modellashirish texnologiyalarini dars jarayoniga integratsiya qilish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishi sifatida belgilangan. Mazkur vazifani samarali amalga oshirish esa jahon va mintaqaviy ilmiy-pedagogik tajribani chuqur tahlil qilishni talab etadi. Ushbu maqolaning maqsadi - uch o‘lchamli grafik modellarning talabalar konstruktiv faoliyatiga ta‘sirini o‘rgangan xorijiy, MDH va O‘zbekiston olimlarining tadqiqotlarini qiyosiy tahlil qilish, ularning nazariy asoslari va amaliy yondashuvlaridagi umumiylik hamda farqlilikni aniqlash.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Fazoviy ko‘nikmalar sohasidagi xorijiy tadqiqotlar kognitiv psixologiya va ta‘lim texnologiyalarining kesishmasida joylashgan. Uttal va boshqalar [1] 201 ta tajriba tadqiqotini

o'z ichiga olgan meta-tahlilida fazoviy ko'nikmalarning ta'lim vositalari orqali rivojlantirilishi mumkinligini va bu o'sish o'quv jarayoniga uzoq muddat ta'sir qilishini ko'rsatdi. Ushbu xulosaning muhimligi shundaki, u fazoviy ko'nikmalarni o'zgarimas, biologik jihatdan belgilangan qobiliyat sifatida qarash an'anasini inkor etib, pedagog aralashuvi orqali rivojlantirilishi mumkin degan ilmiy pozitsiyani mustahkamladi. Mayer [2] tomonidan ishlab chiqilgan Multimedia O'rganish Kognitiv Nazariyasi (Cognitive Theory of Multimedia Learning) vizual va verbal axborotni bir vaqtda taqdim etish ta'lim samaradorligini oshirishini asosladi. Bu nazariya 3D grafik modellardan o'qitishda foydalanishni ilmiy jihatdan asoslashning eng kuchli nazariy ramkalaridan biriga aylandi, chunki 3D modellari o'z mohiyatiga ko'ra vizual va fazoviy axborotni birlashtirib taqdim etadi. Sweller [3] kognitiv yuklanish nazariyasi (Cognitive Load Theory) nuqtai nazaridan esa 3D vizualizatsiya murakkab tuzilmalarni idrok etishda ortiqcha kognitiv yukni kamaytirishi va talabning asosiy tushunchaga e'tiborini yo'naltirishiga ko'maklashishi mumkinligini asosladi.

Sorby [4] muhandislik ta'limida fazoviy ko'nikmalarni rivojlantirish bo'yicha yillar davomida olib borgan tadqiqotlarida muhandislik grafikasi kurslariga maqsadli fazoviy mashqlarni kiritish talabalarning - ayniqsa ayol talabalar va texnik ta'limga kam tayyor kirib kelganlarning - o'zlashtirish ko'rsatkichini sezilarli darajada oshirishini aniqladi. Newcombe [5] esa fazoviy fikrlashni STEM ta'limining bosh kompetensiyasi sifatida e'tirof etib, uni boshlang'ich maktabdan boshlab tizimli rivojlantirish zarurligini asosladi. Linn va Petersen [6] tomonidan o'tkazilgan klassik meta-tahlil fazoviy ko'nikmalarning tuzilishi va jins farqlari haqidagi empirik bazani shakllantirdi, bu esa keyingi ko'plab tadqiqotlar uchun metodologik asos bo'lib xizmat qildi. Xorijiy tadqiqotlarning umumiy xususiyati - ular asosan kognitiv mexanizmlarni o'rganishga, ya'ni 3D tasvirning insonning aqliy jarayonlariga ta'sirini psixologik-eksperimental usullarda tahlil qilishga yo'naltirilganligidir. Bu yondashuv tadqiqotlar uchun yuqori validlik ta'minlaydi, lekin o'ziga xos milliy ta'lim tizimlariga tatbiq etish masalasi odatda e'tibordan chetda qoladi.

MDH pedagogik ilm-fanida fazoviy fikrlashni o'rganish uzoq va boy tarixga ega. Yakimanskaya [7] fazoviy fikrlashning shakllanishi va rivojlanishini o'rganib, uni shaxsning intellektual rivojlanishining mustaqil yo'nalishi sifatida tavsifladi. Uning konsepsiyasida fazoviy fikrlash sensormotor tajriba asosida shakllanadi va muhandislik-grafik ta'lim bu jarayonni tezlashtiruvchi muhim vosita sifatida ko'rib chiqiladi. Ushbu yondashuv Vygotskiy [8] tomonidan asoslangan yaqin rivojlanish nazariyasi bilan organik uyg'unlik kasb etadi: o'qituvchi 3D obyektlar bilan ishlash vazifalarini talabning hozirgi imkoniyatidan biroz yuqori darajada loyihalashi orqali rivojlanishni rag'batlantirishi mumkin. Reshetova [9] kasbiy ta'lim psixologik asoslarini

1-jadval.

Xorijiy, MDH va mahalliy tadqiqotlarning qiyosiy tahlili

Tahlil o'lehami	Xorijiy tadqiqotlar	MDH tadqiqotlari	Mahalliy tadqiqotlar
Nazariy asos	Kognitiv psixologiya: CLT (Sweller), CTML (Mayer), meta-tahlil (Uttal)	Rivojlanish psixologiyasi: yaqin rivojlanish zonasi (Vygotskiy), faoliyat nazariyasi (Yakimanskaya)	Pedagogik texnologiyalar (Tolipov), innovatsion ta'lim (Yo'ldoshev)
Asosiy tadqiqot yo'nalishi	3D vizualizatsiyaning kognitiv mexanizmlari; fazoviy ko'nikmalar o'lchovi	Fazoviy fikrlashning rivojlantiruvchi vazifasi; kasbiy ta'lim psixologiyasi	Raqamli vositalarni milliy ta'lim standartlariga integratsiyasi
Empirik baza	Keng qamrovli eksperimental va meta-tahlil tadqiqotlari	Longitudinal kuzatuv, didaktik eksperiment	Qo'llanma va metodik tavsiyalar; dastlabki empirik tajribalar
Kuchli tomoni	Yuqori validlik; universal nazariy ramka	Rivojlanish dinamikasini uzoq muddatda kuzatish	Milliy kontekstni hisobga olish

tadqiq etib, muhandislik faoliyatida tizimli fikrlashning o'rni va grafik tasvirlar bilan ishlash malakasining kasbiy kompetensiyaga ta'sirini o'rgandi. Uning ishlarida chizma va grafik obyektlar bilan ishlash talabning abstrakt-mantiqiy fikrlashini rivojlantiruvchi maxsus pedagogik vosita sifatida tavsiflanadi. Bu yondashuv hozirgi kunda MDH universitetlari amaliyotida muhandislik grafikasi va chizma geometriya o'qitishning nazariy poydevori bo'lib xizmat qilishda davom etmoqda.

MDH tadqiqotlarining o'ziga xos xususiyati - ular ayniqsa rivojlanish psixologiyasi va shaxs shakllanishi nazariyasi bilan chambarchas bog'liq. Bunda grafik va vizual faoliyat bir tomonlama didaktik vosita sifatida emas, balki talabning intellektual shakllanishiga bevosita ta'sir qiluvchi rivojlantiruvchi muhit sifatida baholanadi. Ayni shu nuqta MDH yondashuvini xorijiy kognitiv psixologiya yo'nalishidan ajratib turuvchi asosiy farq hisoblanadi.

O'zbekiston oliy ta'limida muhandislik grafikasi va fazoviy ko'nikmalar mavzusidagi mahalliy tadqiqotlar so'nggi o'n yillikda jadal rivojlanmoqda. Tolipov [10] pedagogik texnologiyalar nazariyasi va amaliyotini o'rganib, o'quv jarayonida zamonaviy texnologik vositalardan foydalanish an'anaviy o'qitish usullarini to'ldiruvchi, lekin ularni to'liq almashtirib bo'lmaydigan vosita ekanini asosladi. Ushbu pozitsiya 3D grafik modellarni muhandislik ta'limga kiritishda muvozanatli, tizimli yondashuv zarurligini ko'rsatadi. Yo'ldoshev [11] innovatsion ta'lim metodologiyasini o'rganib, ta'lim jarayonida yangi texnologiyalarni qo'llash nafaqat texnik jihatdan, balki pedagogik-metodologik jihatdan ham asoslanishi zarurligini ta'kidladi. Bu nuqtai nazar ayniqsa 3D modellashirish dasturiy vositalarini o'quv rejasiga kiritishda muhim: dasturiy muhitning o'zi avtomatik tarzda o'quv samaradorligini ta'minlamaydi, u maxsus ishlab chiqilgan metodik yondashuv bilan birgalikda qo'llanilgandagina samarali bo'ladi.

Mahalliy tadqiqotlar kontekstida alohida e'tiborga loyiq jihat shundaki, O'zbekiston universitetlarida muhandislik grafikasi kurslari ko'p hollarda an'anaviy 2D chizma ko'rinishida tashkil etilgan va 3D modellashirish dasturiy vositalarini tizimli tatbiq etish hali dastlabki bosqichda. Bu esa mahalliy ta'lim tizimi uchun xorijiy va MDH tajribasini tanqid o'rganib, milliy ta'lim muhitiga moslashtirishni dolzarb vazifaga aylantiradi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu qiyosiy tahlilni amalga oshirishda tizimli adabiyotlar sharhi (systematic literature review) metodidan foydalanildi. Manbalar Google Scholar, ResearchGate, Cyberleninka va O'zbekiston ilmiy elektron kutubxonalar orqali qidirildi. Tanlovga 1978-2023-yillar oralig'ida nashr etilgan, mazmunan to'g'ridan-to'g'ri fazoviy ko'nikmalar, 3D grafik modellari yoki konstruktiv faoliyat mavzusiga oid manbalar kiritildi. Qiyosiy tahlil uchta o'lcham bo'yicha olib borildi: nazariy asos, tadqiqot yo'nalishi va amaliy tatbiq.

Cheklovi	Milliy ta'lim tizimlariga tatbiq etish imkoniyati kam ko'rilgan	3D texnologiyalarning so'nggi imkoniyatlarini hisobga olmagan	Empirik tadqiqotlar soni hali cheklangan
Asosiy vakillari	Uttal (2013), Mayer (2009), Sweller (1988), Sorby (2009), Newcombe (2010)	Yakimanskaya (1980), Reshetova (1985), Vygotsky (1978)	Tolipov(2002), Yo'ldoshev (2012)

Tahlil va natijalar. Qiyosiy tahlil uchta asosiy umumiylikni va uchta muhim farqni aniqladi:

Birinchiidan, barcha uch an'ana fazoviy fikrlash va konstruktiv faoliyatni o'qitish mumkin bo'lgan, ya'ni maqsadli ta'lim orqali rivojlantirilishi mumkin bo'lgan kompetensiya sifatida e'tirof etadi. Bu nuqta ayniqsa muhim, chunki u pedagog va ta'lim muassasasining roli va mas'uliyatini belgilaydi.

Ikkinchiidan, barcha uch yo'nalishda grafik va vizual faoliyat - chizish, modellashtirish, tasvirni tahlil qilish - nafaqat texnik mahoratni emas, balki yuqori darajadagi kognitiv ko'nikmalarni ham rivojlantiruvchi vosita sifatida baholanadi. Bu pedagogik ahamiyati yuqori xulosaga ega: grafik ta'lim faqat chizmachilikni emas, fikrlash madaniyatini shakllantiradi.

Uchinchiidan, talabning faol ishtirokiga asoslangan ta'lim - kuzatish, tahlil qilish, yaratish ketma-ketligi - barcha uch an'ana uchun umumiy didaktik prinsip sifatida ko'rib chiqiladi. Bu Vygotskiyning faoliyat nazariyasi [8], Mayer konstruktivizmi [2] va Tolipovning texnologik yondashuvida [10] bir xil tarzda ifodalanadi.

Muhim farqlar:

Birinchi farq - nazariy asoslash darajasida. Xorijiy tadqiqotlar asosan eksperimental-empirik yo'nalishda bo'lib, hipotezalarni statistik sinovdan o'tkazishga asoslanadi. MDH tadqiqotlari esa ko'proq nazariy-kontseptual: ular umumiy rivojlanish qonuniyatlarini aniqlashga intilib, empirik sinovni ko'pincha ikkinchi o'ringa qo'yadi. Mahalliy tadqiqotlar hozircha ko'proq tavsifiy-metodik xususiyatga ega.

Ikkinchi farq - texnologiya munosabatida. Xorijiy ilm-fan 3D vizualizatsiya vositalarini (masalan, CAD tizimlar, interaktiv simulyatsiyalar) tadqiqotning bevosita ob'ekti sifatida o'rgansa, MDH an'anasi bu vositalarni mavjud nazariy ramkaga (faoliyat nazariyasi, rivojlantiruvchi ta'lim) tatbiq etish nuqtai nazaridan baholaydi. Mahalliy kontekstda esa hozircha texnologik vositalar ko'proq an'anaviy metodikaga qo'shimcha sifatida qo'llanilmoqda.

Uchinchi farq - miqyos va umumlashtirish darajasida. Uttal va boshqalar [1] 201 ta tadqiqotni o'z ichiga olgan meta-tahlil bilan universal xulosalar chiqara olsa, mahalliy va MDH

tadqiqotlari hajman chegaraliroq bo'lib, umumlashtirish imkoniyati tor kontekst bilan belgilanadi. Bu O'zbekiston sharoitida keng qamrovli, standartlashtirilgan tadqiqotlar o'tkazish zarurligi masalasini kun tartibiga qo'yadi.

Xulosa va takliflar. Amalga oshirilgan qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, uch o'lchamli grafik modellarning talabalar konstruktiv faoliyatiga ta'sirini o'rganishda xorijiy, MDH va mahalliy an'analar bir-birini to'ldiruvchi ilmiy poydevor tashkil etadi. Xorijiy tadqiqotlarning kognitiv-eksperimental metodologiyasi, MDH ilm-fanining rivojlanish psixologiyasi ramkasi va mahalliy tadqiqotlarning milliy kontekstni hisobga olishi - ushbu uchala yondashuv birgalikda O'zbekiston oliy ta'limida 3D grafik modellarni tatbiq etishning ilmiy asoslangan metodologiyasini yaratish imkonini beradi.

Tahlil natijasida quyidagi ilmiy-amaliy xulosalar shakllandi:

3D grafik modellarni muhandislik grafikasi ta'limiga kiritish faqat texnik yangilik emas - u Uttal va boshqalar [1] meta-tahlili va Mayer [2] nazariyasi tomonidan asoslangan kognitiv-pedagogik zarurat. Shuning uchun tatbiq etish texnologik tayyorgarlikdan emas, metodik loyihalashtirish bosqichidan boshlanishi lozim.

MDH ilm-fani, xususan Yakimanskaya [7] va Reshetova [9] ishlari, 3D modellashtirish vazifalarini talabalarda fazoviy fikrlashning rivojlanish dinamikasi nuqtai nazaridan baholashning nazariy ramkasini taqdim etadi. Bu ramkadan foydalanish mahalliy tadqiqotlarga metodologik chuqurlik bag'ishlaydi.

Mahalliy kontekst uchun dolzarb vazifa - xorijiy va MDH tajribasini tanqidiy o'rganib, uni O'zbekiston universitetlarining moddiy-texnik bazasi, o'quv dasturlari va talabalar kontingentining xususiyatlari bilan moslashtirilgan shaklda tatbiq etish.

Kelgusi tadqiqotlarda O'zbekiston sharoitida standartlashtirilgan fazoviy ko'nikmalar testlari (xususan, PSVT:R [12]) asosida nazorat guruhlarini bilan taqqoslanadigan eksperimental tadqiqotlar o'tkazish ilmiy bazani sezilarli darajada kengaytiradi.

ADABIYOTLAR

1. Uttal, D.H., Meadow, N.G., Tipton, E., Hand, L.L., Alden, A.R., Warren, C., & Newcombe, N.S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
2. Mayer, R.E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
3. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
4. Sorby, S.A. (2009). Educational research in developing 3D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480. <https://doi.org/10.1080/09500690802595839>
5. Newcombe, N.S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29-43.
6. Linn, M.C., & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
7. Yakimanskaya, I.S. (1980). Razvitie prostranstvennogo myshleniya shkolnikov [Razvitiye prostranstvennogo myshleniya u shkol'nikov]. *Pedagogika*. [In Russian]
8. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
9. Reshetova, Z.A. (1985). *Psikhologicheskie osnovy professional'nogo obucheniya* [Psychological foundations of professional education]. Izdatel'stvo MGU. [In Russian]
10. Tolipov, O'Q. (2002). *Pedagogik texnologiyalar nazariyasi va amaliyoti*. O'qituvchi.
11. Yo'ldoshev, J.G'. (2012). *Innovatsion ta'lim texnologiyalarini loyihalash asoslari*. Fan.
12. Guay, R.B. (1977). *Purdue Spatial Visualization Test - Revisions (PSVT:R)*. Purdue Research Foundation.