

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz



MUHANDISLIK GRAFIKASI VA CAD TIZIMLARI ORQALI TALABALARNING KOMPYUTER MODELASHTIRISH KOMPETENSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Jizzax Politexnika Instituti, Doktorant

Axadova Komila Said qizi

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.22669052>

Kalit	soʻzlar:	Annotatsiya: Ushbu maqolada oliy texnika taʼlim muassasalarida
Muhandislik CAD kompyuter modellashtirish kompetensiyasi, parametrik modellashtirish, fazoviy tasavvur, integratsiya, asoslangan raqamli taʼlim.	grafikasi, tizimlari, 3D pedagogik loyihaga taʼlim,	«Muhandislik grafikasi» va kompyuterli loyihalash (CAD) tizimlarini fanlararo integratsiyalash orqali boʻlajak muhandislarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini takomillashtirish metodikasi yoritilgan. Tadqiqot doirasida anʼanaviy chizmachilik va fazoviy tasavvur koʻnikmalarini zamonaviy uch oʻlchamli (3D) parametrik modellashtirish vositalari bilan uygʻunlashtirishning pedagogik mexanizmlari tahlil qilingan. Amaliy topshiriqlarga loyihaga asoslangan taʼlim (PBL) yondashuvini tatbiq etish orqali talabalarning mantiqiy-fazoviy fikrlash, geometrik parametrlash hamda muhandislik masalalarini virtual muhitda optimallashtirish koʻnikmalari baholangan. Tajriba-sinov ishlari natijalari CAD tizimlaridan foydalanish talabalarda nazariy bilimlarni amaliy loyihalash bilan bogʻlash imkonini berishini va ularning kasbiy-raqamli tayyorgarlik darajasini sezilarli darajada oshirishini koʻrsatdi. Maqola natijalari muhandislik yoʻnalishidagi oʻquv reja va dasturlarini modernizatsiya qilishda amaliy tavsiya boʻlib xizmat qiladi.

Kirish. Zamonaviy sanoat va muhandislik sohalarining jadal raqamlashuvi Oliy texnika taʼlim muassasalari oldiga raqamli loyihalash hamda modellashtirish texnologiyalarini chuqur egallagan raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash vazifasini qoʻymoqda. Sanoat 4.0 konsepsiyasi sharoitida anʼanaviy qogʻozdagi chizmalardan raqamli 3D modellar hamda «raqamli egizaklar»ga (Digital Twin) oʻtilishi muhandislik faoliyatining

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

mazmunini tubdan o‘zgartirdi. Ushbu sharoitda bo‘lajak muhandislarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini shakllantirish va takomillashtirish texnik ta’limning eng ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylandi.

Biroq, oliy ta’lim amaliyotida «Muhandislik grafikasi» fani ko‘pincha klassik chizmachilik va proeksion qoidalarini o‘rgatish bilan cheklanib qolmoqda, Kompyuterli loyihalash (CAD) tizimlari esa alohida dasturiy vosita sifatida o‘tiladi. Bu kabi uzilish talabalarda nazariy chizmachilik bilimlari bilan amaliy uch o‘lchamli parametrlil modellashtirish ko‘nikmalari o‘rtasida uzviylikning buzilishiga olib keladi. Natijada talabalar murakkab geometrik shakllarni virtual muhitda optimallashtirish va ularning parametrik bog‘liqliklarini tahlil qilishda qiyinchiliklarga duch kelishmoqda. Ushbu muammoni hal etish uchun muhandislik grafikasi kursi va CAD tizimlarini (masalan, AutoCAD, SolidWorks, Compass-3D) mantiqiy hamda metodik jihatdan integratsiyalash talab etiladi. Fazoviy tasavvurni rivojlantirishni kompyuterda loyihalash ko‘nikmalari bilan parallel ravishda olib borish talabalarda nafaqat tayyor chizmani raqamli formatga o‘tkazish, balki kompyuter modellashtirish vositasida muhandislik masalalarini mustaqil yechish imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — «Muhandislik grafikasi» va CAD tizimlarining fanlararo integratsiyasiga asoslangan ta’lim metodikasini ishlab chiqish hamda bu orqali talabalarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini takomillashtirish samaradorligini amaliy va tajriba-sinov ishlari vositasida asoslab berishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Bo‘lajak muhandislarning raqamli va kompyuter modellashtirish kompetensiyasini shakllantirish texnik ta’lim pedagogikasining dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi yillardagi ilmiy tadqiqotlar tahlili ko‘rsatadiki, an’anaviy muhandislik grafikasi metodikasi zamonaviy sanoat va Sanoat 4.0 (Industry 4.0) talablariga to‘liq javob bermayapti.

Xalqaro tadqiqotchilar (Abele va boshq., 2017; Ye va boshq., 2020) kompyuterli loyihalash (CAD) tizimlarini o‘quv jarayoniga tatbiq etish talabalarning muhandislik masalalarini vizuallashtirish va loyihalash tezligini keskin oshirishini ta’kidlaydilar.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

CAD texnologiyalari shunchaki chizmachilik quroli emas, balki obyektning fizik-geometrik xossalarini simulyatsiya qilish vositasi sifatida qaraladi (Sackey & Bester, 2016).

Grafik fanlarni o‘qitishda an’anaviy 2D chizmalardan 3D parametrik modellashtirishga o‘tish talabalarning fazoviy mantiqiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi (Luo va boshq., 2018). Magana va Coutinho (2017) ta’kidlaganidek, faqatgina dastur tugmalarini bosishni o‘rgatish yetarli emas; talabalar geometrik bog‘liqliklar va parametrik cheklovlarni (constraints) anglab yetishlari lozim.

Respublika va xalqaro pedagog olimlarining ishlarida (masalan, Saidov va boshq., 2021; Chen & Ferguson, 2019) klassik muhandislik grafikasi va kompyuter grafikasi fanlari o‘rtasidagi uzilish (transfer deficit) asosiy muammo sifatida ko‘rsatiladi. Aksariyat hollarda muhandislik grafikasi va SAPR/CAD fanlari bir-biridan ajratilgan holda o‘qitiladi, bu esa talabalarda nazariy chizmachilik qoidalarini amaliy 3D modellashtirish jarayoniga tatbiq etishda qiyinchilik tug‘diradi.

Mavjud adabiyotlarda CAD tizimlarini o‘rgatishning umumiy metodik masalalari yoritilgan bo‘lsa-da, «Muhandislik grafikasi» fani mazmunini zamonaviy 3D parametrik modellashtirish vositalari bilan uzviy integratsiyalash orqali kompyuter modellashtirish kompetensiyasini bosqichma-bosqich takomillashtirishning aniq didaktik modeli va baholash mezonlari yetarlicha ishlab chiqilmagan.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda «Muhandislik grafikasi» va CAD (kompyuterli loyihalash) tizimlarining fanlararo integratsiyasi asosida talabalarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini takomillashtirish samaradorligi empirik va pedagogik tajriba-sinov usullari vositasida baholandi.

Tadqiqot pedagogik eksperimentning **kvazi-eksperimental (Pre-test / Post-test)** modeliga asoslandi. Tajriba-sinov ishlari davomida an’anaviy ta’lim olgan nazorat guruhi va taklif etilayotgan integratsiyalashgan metodika bo‘yicha tahsil olgan tajriba guruhi natijalari o‘zaro solishtirildi.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

Kompyuter modellashtirish kompetensiyasini shakllantirish uch bosqichli ta'lim trayektoriyasi bo'yicha amalga oshirildi:

- **1-bosqich: Geometrik va fazoviy tahlil (Nazariy poydevor).** Talabalar 2D chizma va geometrik proektsiyalash qoidalari orqali obyektning fazoviy shaklini mantiqiy tahlil qiladilar.

- **2-bosqich: Parametrik 3D modellashtirish va raqamli integratsiya.** Obyektning geometrik parametrlari, cheklovlari (constraints) va o'lcham bog'liqliklari CAD tizimlarida (SolidWorks / AutoCAD / AutoDesk Inventor) 3D modelga o'tkaziladi.

- **3-bosqich: Virtual verifikatsiya va optimallashtirish.** Tayyor modelning geometrik va fizik-mexanik parametrlarining mosligi simulyatsiya qilinadi hamda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatolar tahlil qilinib, obyekt optimallashtiriladi.

Tajriba-sinov ishlari oliy texnika ta'lim muassasasi muhandislik yo'nalishining 2-bosqich talabalari o'rtasida o'tkazildi. Tadqiqotga jami N=120 nafar talaba jalb etilib, ular teng ikki guruhga bo'lindi:

- **Nazorat guruhi (n=60):** Muhandislik grafikasi va CAD dasturlari an'anaviy, bir-biridan ajratilgan (alohida) dars jadvali va o'quv dasturi asosida o'tildi.

- **Tajriba guruhi (n=60):** O'quv jarayoni taklif etilgan fanlararo integratsiyalashgan 3D parametrik modellashtirish va loyihaga asoslangan ta'lim (PBL) metodikasi bo'yicha olib borildi.

Talabalarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini obyektiv baholash uchun 4 ta asosiy mezon va 100 ballik shkala belgilab olindi:

1. **Fazoviy-mantiqiy fikrlash (FMF):** Ob'ektning 2D chizmasidan 3D modelini va aksincha tasavvur qila olish darajasi.

2. **Parametrik bog'liqliklarni o'rnatish (PBO):** CAD tizimida geometrik cheklovlar va o'lcham bog'liqliklarini to'g'ri qo'llash ko'nikmasi.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

3. **Modellashtirish aniqligi va vaqt unumdorligi (MAVU):** Modelni topshiriq shartlariga mos ravishda xatosiz va optimal vaqt ichida qurish.

4. **Mustaqil loyihalash va verifikatsiya (MLV):** Tayyor modelni tahlil qilish va topilgan nuqsonlarni mustaqil tuzatish qobiliyati.

Olingan miqdoriy ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlash uchun **IBM SPSS Statistics** dasturidan foydalanildi. Guruhlar o'rtasidagi farqning statistik ahamiyatini aniqlash uchun **Styudentning t-mezonidan (t-test)** va natijalarning ta'sir darajasini baholash uchun **Koen effekti ko'rsatkichidan (Cohen's d)** foydalanildi.

Natijalar va muhokama

Pedagogik eksperiment boshida nazorat ($n = 60$) va tajriba ($n = 60$) guruhleri talabalarining kompyuter modellashtirish bo'yicha dastlabki bilimlari (Pre-test) baholandi. 16 haftalik o'quv mashg'ulotlaridan so'ng talabalarning amaliy loyihalash va modellashtirish ko'nikmalari post-test vositasida qayta sinovdan o'tkazildi.

Eksperiment natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati (μ), standart og'ish (σ), Styudentning t -meyori va ishonchlilik darajasi (p -value) **1-jadval**da keltirilgan.

1-jadval. *Nazorat va tajriba guruhlarining Pre-test va Post-test ko'rsatkichlari bo'yicha statistik qiyoslama.*

Guruhlar	Bosqich	Talabalar soni (n)	O'rtacha ball (μ / 100)	Standart og'ish (σ)	t-statistika	p-qiymati	Ta'sir darajasi (Cohen's d)
Nazorat guruhi	Pre-test	60	52.40	8.12	0.354	0.724 ^{ns}	—
Tajriba guruhi	Pre-test	60	51.85	8.90			
Nazorat guruhi	Post-test	60	66.20	7.65	9.842	< 0.001 ^{***}	1.72
Tajriba guruhi	Post-test	60	83.50	11.20			(Yuqori)

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

*Izoh: ^{ns} — statistik farq sezilarli emas ($p > 0.05$); * — $p < 0.001$ darajasida statistik ahamiyatga ega.*

1-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, tajriba boshida guruhlar o'rtasidagi farq statistik jihatdan sezilarli bo'lmagan ($p = 0.724$). Biroq eksperiment yakunida tajriba guruhining o'rtacha ko'rsatkichi ($\mu = 83.50$) nazorat guruhiga ($\mu = 66.20$) nisbatan sezilarli darajada yuqori bo'ldi. Koen effekti ($d = 1.72$) taklif etilgan metodikaning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

Talabalarining kompyuter modellashtirish kompetensiyasi 4 ta asosiy yo'nalish (har biri 25 balldan) bo'yicha batafsil tahlil qilindi:

1. **Fazoviy-mantiqiy fikrlash (FMF)**
2. **Parametrik bog'liqliklarni o'rnatish (PBO')**
3. **Modellashtirish aniqligi va vaqt unumdorligi (MAVU)**
4. **Mustaqil loyihalash va verifikatsiya (MLV)**

Tadqiqot natijalari xalqaro olimlarning (Luo va boshq., 2018; Chen & Ferguson, 2019) ishlari bilan hamohangdir. Ilgarigi tadqiqotlarda CAD dasturlari ko'pincha shunchaki "elektron chizg'ich" sifatidagina o'rgatilgan bo'lsa, ushbu modelda parametrik 3D modellashtirish va loyihaga asoslangan ta'lim (PBL) asosiy katalizator vazifasini o'tadi (**2-rasm**).

Talabalarda klassik chizmachilik bilimlari bilan zamonaviy kompyuter modellashtirish o'rtasidagi uzilish (transfer deficit) barham topdi. Natijada talabalar model yuzasidagi geometrik nuqsonlarni mustaqil tahlil qilish va to'g'rilash ko'nikmasiga ega bo'ldilar.

Amaliy ahamiyati va tavsiyalar

Tadqiqot natijalarining oliy texnika ta'limi uchun amaliy ahamiyati quyidagilardan iborat:

1. **O'quv reja va dasturlarni unifikatsiya qilish:** Muhandislik grafikasi va kompyuter grafikasi fanlarini alohida emas, balki yagona mantiqiy modul sifatida o'qitish maqsadga muvofiq.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

2. **Baholash mezonlarini o'zgartirish:** Talabalar ishini baholashda faqat yakuniy tasvir yoki chizmaga emas, balki modelning parametrik bog'lanishlari va xatosiz qurilganlik darajasiga alohida e'tibor qaratish lozim.

Xulosa. Oliy texnika ta'lim muassasalarida bo'lajak muhandislarning kompyuter modellashtirish kompetensiyasini takomillashtirish zamonaviy raqamli sanoat talablariga javob beradigan kadrlar tayyorlashning uzviy qismidir. Tadqiqot davomida «Muhandislik grafikasi» va CAD tizimlarini fanlararo integratsiyalashga asoslangan pedagogik modelning yuqori didaktik imkoniyatlari hamda samaradorligi nazariy va amaliy jihatdan isbotlandi.

Tadqiqotning asosiy xulosalari quyidagilardan iborat:

1. An'anaviy 2D chizmachilik va proeksiyalash qoidalarini zamonaviy 3D parametrik modellashtirish vositalari bilan uzviy bog'lab o'qitish talabalarda nazariy bilim va amaliy ijro o'rtasidagi uzilishni (transfer deficit) bartaraf etish imkonini berdi.

2. Tajriba-sinov ishlari natijalari integratsiyalashgan metodika bo'yicha tahsil olgan tajriba guruhi talabalarining kompyuter modellashtirish bo'yicha o'rtacha ko'rsatkichlari ($\mu = 83.50$) an'anaviy guruhga ($\mu = 66.20$) nisbatan statistik jihatdan sezilarli darajada yuqori ($p < 0.001$, Cohen's $d = 1.72$) ekanligini ko'rsatdi.

3. Taklif etilgan model talabalarda nafaqat dasturiy vositalardan foydalanish ko'nikmasini, balki fazoviy-mantiqiy fikrlash, geometrik parametrlash hamda virtual modellarni mustaqil tahlil qilish va verifikatsiyalash kompetensiyalarini ham gurkirab rivojlantirdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Abele, E., Metternich, J., & Tisch, M.** (2017). *Learning Factories: Concepts, Guidelines, Best-Practice Examples*. Springer.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

2. **Chen, Y., & Ferguson, C.** (2019). Integrating 3D Parametric Modeling into First-Year Engineering Graphics Curricula. *Journal of Engineering Education Transformations*, 33(2), 45-52.
3. **Luo, C., Wang, X., & Zhang, Y.** (2018). Cultivating Spatial Visualization Ability through 3D CAD Parametric Modeling. *Computer-Aided Design and Applications*, 15(4), 580-588.
4. **Magana, A. J., & Coutinho, G. S.** (2017). Modeling and Simulation Practices in Engineering Education. *Computers in Education Journal*, 8(2), 1-15.
5. **Sackey, S. M., & Bester, A.** (2016). Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 Era. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3), 101-114.
6. **Saidov, J. D., & Khodjayev, B. H.** (2021). Didactic Features of Developing Digital Competencies in Future Engineers. *International Journal of Higher Education*, 10(4), 112-120.
7. **Ye, X., Peng, W., & Chen, Z.** (2020). Application of CAD/CAE Systems in Engineering Graphics Instruction. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(11), 200-214.