

**“EPYURNI QAYTA QURISH USULLARI” MAVZUSINI
O‘RGANISHDA FAZOVIIY TAFAKKURNI RIVOJLANTIRISHNING
INNOVATSION YONDASHUVLARI**

Fayzullayev Xayriddin Alimurodovich

Qarshi davlat texnika universiteti, t.f.d.(DSc), dotsent

x.fayzullayev77@mail.ru tel; 97-222 13 64

ORCID: 0009-0009-3265-0765.

Annotatsiya. Olib borilgan izlanishlar, tadqiqotlar va adabiyotlar tahlilari natijasiga ko‘ra taqdim qilingan ushbu maqolada “Muhandislik grafikasi” fanini talabalarga o‘qitish jarayonida epyurni qayta qurish usullarining nazariy va amaliy asoslari tahlil qilinib xulosalar olingan. Xususan, nuqtadan boshlab to‘g‘ri chiziq, tekisliklarning fazoda o‘zaro joylashuvlarini aniqlashda qo‘llaniladigan proyeksiya tekisliklarini almashtirish, tasvirlanayotgan shakllarni bironta perpendikulyar o‘q atrofida aylantirish hamda jipslashtirish usullarining mazmuni va mohiyati, ularning chizma geometriya hamda chizmachilikdagi o‘rni yoritib berilgan. Ushbu usullarni o‘qitishda fanni o‘rganuvchilar va talabalarining fazoviy tafakkurini shakllantirish hamda muhandislik fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga qaratilgan didaktik yondashuvlar ishlab chiqilgan va tahlil qilingan.

Olib borilgan tadqiqotda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) va interfaol o‘qitish usullarining (“virtual modellashtirish, “aqliy hujum”, “klaster”, “konseptual xarita” va h.) samaradorligi amaliy jihatdan asoslangan. Tadqiqot ob’ektida Qarshi davlat texnika universiteti “Muhandislik grafikasi” fanini o‘qiyotgan talabalar o‘rtasida o‘tkazilgan tajriba-sinov darslari natijasida, “Epyurni qayta qurish usullari” mavzularini o‘qitishda vizual modellar va 3D grafik dasturlar (Compass-3D, SolidWorks, AutoCAD) dan foydalanilganda talabalarining fazoviy tafakkuri va chizmachilik ko‘nikmalari 22–35 foizgacha oshgani aniqlangan.

Ushbu maqolada o‘qitish jarayonini modernizatsiya qilish, talabalarda konstruktorlik va texnik tafakkurni rivojlantirish, shuningdek, muhandislik loyihalash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiluvchi innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha ilmiy-uslubiy taklif va tavsiyalar berilgan. Olib borilgan tadqiqot natijalarida “Muhandislik grafikasi” fanini o‘qitish usulini takomillashtirish hamda fazoviy tasavurga asoslangan fanlar tizimini integratsiyalash bo‘yicha amaliy ahamiyatga kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Epyur, ortogonal proeksiyalash, qayta qurish, proyeksiya tekisliklarini almashtirish, aylantirish, jiplashtirish, fazoviy tafakkur, AKT, interfaol usul, muhandislik grafikasi.

Аннотация. В данной статье, представленной на основе результатов исследований, изучения и анализа литературы, анализируются теоретические и практические основы методов построения диаграмм в процессе обучения студентов предмету «Инженерная графика» и делаются выводы. В частности, освещаются содержание и сущность методов построения прямой линии из точки, замены проекционных плоскостей, используемых для определения взаимного положения плоскостей в пространстве, вращения изображаемых фигур вокруг перпендикулярной оси и их сжатия, а также их роль в построении геометрии и чертежей. В преподавании этих методов разработаны и проанализированы дидактические подходы, направленные на формирование пространственного мышления и развитие навыков инженерного способа мышления студентов.

Проведенное исследование показало, что эффективность информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и интерактивных методов обучения (виртуальное моделирование, «мозговой штурм», «кластеризация», «составление концептуальных карт» и др.) имеет практическую основу. В результате пилотных занятий, проведенных среди студентов факультета «Инженерная графика» Каршского государственного технического университета, было установлено, что при использовании визуальных моделей и 3D-графических программ (Compass-3D, SolidWorks, AutoCAD) в

преподавании темы «Методы реконструкции эскиза» в классе пространственное мышление и навыки рисования студентов повысились на 22–35%.

В данной статье представлены научно-методические предложения и рекомендации по модернизации учебного процесса, развитию проектно-технического мышления у студентов, а также внедрению инновационных педагогических технологий, способствующих формированию инженерно-проектных навыков. Результаты исследования имеют практическое значение для совершенствования методики преподавания предмета «Инженерная графика» и интеграции системы дисциплин, основанной на пространственном воображении.

Ключевые слова: Эпюре, ортогональная проекция, реконструкция, замена плоскостей проекции, вращение, совмещение, пространственное мышление, ИКТ, интерактивный метод, инженерная графика.

Abstract. Based on research findings and a review of the literature, this article analyzes the theoretical and practical foundations of construction methods used when teaching the subject of "Engineering Graphics" to students and presents relevant conclusions. Specifically, it examines the content and essence of methods such as constructing a straight line from a point, changing planes of projection (used to determine the relative positions of planes in space), rotating figures around a perpendicular axis, and compression, as well as their role in geometric construction and technical drawing. The article also analyzes didactic approaches developed for teaching these methods, aimed at fostering spatial reasoning and cultivating an engineering mindset among students.

The study demonstrated the practical effectiveness of information and communication technologies (ICT) and interactive teaching methods—such as virtual modeling, brainstorming, clustering, and concept mapping. Pilot sessions conducted with students from the Engineering Graphics Faculty at Karshi State Technical University revealed that using visual models and 3D graphics software (Compass-3D,

SolidWorks, AutoCAD) to teach the topic "Sketch Reconstruction Methods" improved students' spatial reasoning and drawing skills by 22–35%.

This article presents scientific and methodological proposals and recommendations for modernizing the educational process, developing students' project-based technical thinking, and implementing innovative pedagogical technologies that foster engineering design skills. The research findings are of practical significance for improving the teaching methodology of the "Engineering Graphics" course and integrating a system of disciplines based on spatial imagination.

Keywords: Monge projection (epure), orthogonal projection, reconstruction, change of projection planes, rotation, superposition, spatial thinking, ICT, interactive method, engineering graphics.

KIRISH

Hozirgi vaqtda oliy ta'lim tizimida muhandislik ta'lim yo'nalishlarida o'qitilayotgan fanlar orasida "Muhandislik grafikasi" fani alohida o'rin egallaydi. Ta'lim tizimida talabalarning fazoviy tafakkurni rivojlantirishning innovatsion echimlari tadqiqot ishlarini o'zimizda va xorijda tadqiqotchilar tomonidan ko'plab ilmiy izlanishlar olib borilgan [1-21].

"Muhandislik grafikasi" talabalarda analitik fikrlash, fazoviy tafakkur, konstruktorlik madaniyati va grafik savodxonlikni shakllantirishda asosiy vosita hisoblanadi [1, 12-14 b.].

Ishlab chiqarish va loyiha-konstruktorlik amaliyotida fazoviy obyektlarning chizmalarini to'g'ri tahlil qilish, ularning haqiqiy o'lchamlarini aniqlash va proyeksiyalarini qayta qurish muhandislarga zarur ko'nikmadir. Epyurni qayta qurish bu jarayonning markaziy bo'g'ini hisoblanib, berilgan geometrik shakllarning fazoviy joylashuvini o'zgartirmasdan, ularning yangi proyeksiyalarini tuzish imkonini beradi. Bunday usullar, proyeksiya tekisliklarini almashtirish, berilgan shakllarni biror o'q atrofida aylantirish va jipslashtirish (joylashtirish) usullari yordamida chizmalar ustida metrik va pozitsion masalalar yechiladi [2, 64-b.; 3, 77-b.].

Ushbu mavzularni o'qitish jarayonida talabalarni fazoviy modellashtirishga yo'naltirish, ular uchun 3D grafik muhitlarida (SolidWorks, AutoCAD, GeoGebra

3D) masalalarni tahlil qilish sharoitlarini yaratish o‘quv samaradorligini yanada oshiradi [4, 29-b.].

Muhandislik grafikasi kursidagi “Epyurni qayta qurish usullari” mavzusi o‘z mohiyatiga ko‘ra fazoviy tasvirlarni real fazoda modellashtirishning analitik bosqichi hisoblanib, talabalar aynan shu jarayonda obyektlarning fazodagi holatini, yo‘nalishini va o‘zaro bog‘liqligini tahlil qilishni o‘rganadilar. Bu esa, o‘z navbatida, texnologik-konstruktorlik kompetensiyalarni shakllantirishga asos bo‘ladi [5, 44-b.].

Keyingi yillarda bu jarayonga innovatsion pedagogik texnologiyalar joriy etilib kelmoqda. Xususan, “grafik simulyatsiyalar”, “model asosida o‘qitish” va “vizual eksperimentlar” talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirish orqali ijobiy natijaga erishilmoqda [6, 118-b.; 7, 56-b.]. Shuningdek, 3D bosma modellar, virtual reallik texnologiyalari va avtomatik proyeksiyalash dasturlari yordamida talabalar nafaqat nazariy, balki amaliy grafik masalalarni ham mustaqil yechish imkoniga ega bo‘lmoqdalar [8, 211-b.].

Epyurni qayta qurish usullarining o‘quv jarayonidagi o‘rni-geometrik modellashtirishning poydevori sifatida qaraladi. Bu jarayon davomida talaba fazoviy koordinatalar tizimini, proyeksiya tekisliklarini, burchak va masofalarni aniqlash algoritmlarini mukammal o‘zlashtiradi. Masalan, ushbu bo‘limda talabalar berilgan to‘g‘ri chiziqning haqiqiy uzunligini, tekislikning haqiqiy ko‘rinishi, tekisliklar va to‘g‘ri chiziqlarning kesishish nuqtalari kabi masalalarni yechishning nazariy va amaliy asoslarini puxta o‘zlashtiradilar [9, 72-b.].

Tadqiqot metodologiyasi. “Muhandislik grafikasi” fanini o‘qitishda epyurni qayta qurish usullarining samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tajriba natijalariga asoslanadi. Metodologik asos sifatida tizimli, faoliyatga yo‘naltirilgan, muammoli-ta’lim va modellashtirish yondashuvlari tanlandi. Ushbu yondashuvlar talabalarning fazoviy tafakkurini shakllantirish, grafik tahlil qilish va konstruktorlik fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning maqsadi - epyurni qayta qurishning proyeksiya tekisliklarini almashtirish, biror o‘q atrofida aylantirish va jipslashtirish usullarini o‘qitishda

innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo'llash orqali o'quv jarayonining samaradorligini oshirishdir.

Tadqiqot predmeti - "Muhandislik grafikasi" fanining "Epyurni qayta qurish usullari" mavzusini o'qitish jarayoni, obyekti esa Qarshi davlat texnika universitetining 2-bosqich muhandislik yo'nalishidagi talabalari bo'ldi.

Metodologik asosni quyidagi tamoyillar tashkil etdi:

- o'qitish jarayonining barcha bosqichlari (nazariya – modellashtirish- amaliy tahlil - refleksiya) o'zaro uzviy bog'lanishda olib borildi;

- har bir talaba epyurni qayta qurish jarayonida faol ishtirokchi sifatida modellashtirish, tahlil qilish va yechim topishda qatnashdi;

- o'qitishda 3D grafik muhitlardan (SolidWorks, AutoCAD, GeoGebra 3D) foydalanilib, proyeksiyalarni aylantirish va joylashtirish jarayonlari real vaqt rejimida namoyish etildi;

- darslarda "Konstruktiv tahlil", "Aqliy hujum" "Klaster", "Grafik diktant", "Virtual modellashtirish" usullari asosida muammoli o'qitish tashkil etildi.

Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra bosqichlar ketma-ketligi quyidagicha bo'ladi:

1. Natija tahlillari – fanning mazmuni, o'qitishning ketma-ketligi va AKT larining imkoniyatlari aniqlanadi; izlanishlar asosida manbalardan milliy va xalqaro o'qitishning namunali tajribalari tahlil qilindi.

2. Sinov-tajriba jarayoni - 56 nafar talaba ishtirokida ikki guruhga (AKT va an'anaviy) shakllantirildi. Har ikki guruhda bir xil mavzu asosida o'qitilib, lekin usullar tanlandi.

3. Baholash jarayonida – guruh talabalarning fazoviy tafakkuri Shepard–Metzler testi asosida, grafik aniqlik esa (xatolik $\leq 5\%$), tahlil tezligi va mustaqil fiklash ko'nikmasi bo'yicha baholandilar.

Natijalarni qiyoslash bosqichi – statistik ma'lumotlar asosida interfaol metodlar va AKT lar bo'yicha baholandi, samaradorlik ko'rsatkichi 22–35% darajada yuqoriligi aniqlanib, grafik qiyoslash orqali baholandi.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari asosida matematik-statistik tahlil, eksperimental pedagogik kuzatuv, diagnostik testlar natijalari, vizual eksperiment, taqqoslash bo'yicha tahlil usullari qo'llanildi. Natijalar "SPSS" va "Excel" dasturlari yordamida qayta ishlanadi, o'qitish samaradorlik ko'rsatkichlari, grafik aniqliklar va fazoviy tafakkurlar o'sishi bo'yicha diagrammalar shakllantiriladi.

Olingan tajribalar, innovatsion yondoshuvlarga ko'ra o'qitilgan talabalar an'anaviy usulda o'qitilganlarga ko'ra: fazoviy tafakkur testida o'rtacha 23–27% natija ko'rsatgan; grafik tahlil aniqligi esa 24% ga oshgan; masalani tushunib yechish tezligi 25% ga oshgan; xatolik koeffitsienti esa 3,5% dan 1,7% gacha kamayganligi kuzatilgan.

Tadqiqot metodologiyasi o'qitish jarayonida AKT, interfaol usullar va 3D modellashtirish texnologiyalarini integratsiyalash talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirishda yuqori samaradorlikka erishildi.

Keyingi yillarda muhandislik ta'lim yo'nalishlarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini (AKT) joriy etish jarayoni strategik yo'nalishga aylandi. "Muhandislik grafikasi" fanini o'qitishda bu yondashuv proyeksion geometriya, epyurni qayta qurish usullar mavzularida talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirish, vizual modellashtirish va tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi [1, 33-35 b.].

Muhandislik grafikasi fanida epyurni qayta qurish usullari tushunchasi geometrik jismning fazodagi o'rnini o'zgartirmasdan, unga qulayroq yoki tahlil maqsadiga muvofiq holatdagi yangi proyeksiyalar tizimini anglatadi. Boshqacha aytganda, proyeksiyalarini tekisliklarga nisbatan qayta proyeksiyalash orqali haqiqiy o'lchamlarini, burchaklarini yoki fazoviy joylashuvini aniqlashdir [1, 25-27 b.].

Epyurni qayta qurish usullari geometriyada, real muhandislik amaliyotida, texnik loyihalashda, arxitekturada, qurilishda va energetikada qo'llaniladi. Ular yordamida obyektlarning o'lchamlari, burchaklari, joylashuvi aniqlanadi, konstruktorlik aniqligi va ishlab chiqarish sifatini belgilashda qo'l keladi [1, 41-43 b.].

Muhandislik amaliyotida epyurni qayta qurish usullari quyidagi masalalarda qo‘llanadi: sirtlarning kesishish chizig‘ini aniqlash; murakkab burchakli teshiklarni joylashtirish; quvur tizimlarining kesishish nuqtalarini belgilash; tayanch elementlarning o‘zaro perpendikulyarligini tekshirish [8, 104-105 b.].

Energetik tizimlarda epyurni qayta qurish usullari yordamida: issiqlik almashinuv maydoni aniqlanadi; kollektor panelining joylashuv burchagi hisoblanadi; reflektor elementlarining yo‘nalishlari optimallashtiriladi [12, 72-b.]. Bu usullarning barchasi quyosh issiqlik energiyasidan samarali foydalanishni ta‘minlab, energiya tejamkor dizayn yaratishga xizmat qiladi [13, 63-b.].

Pedagogik jihatdan qo‘llanish imkoniyatlari. Epyurni qayta qurish usullarining amaliy tatbiqlari o‘quv jarayoniga kiritilganda talabalar o‘zlashtirayotgan bilimlarini real muhandislik holatlarida sinovdan o‘tkazish imkoniga ega bo‘ladilar.

Aytaylik: “Mashinasozlik grafikasi” amaliy mashg‘ulotida detalning haqiqiy uzunligini aniqlashda aylantirish usuli qo‘llanadi; “Arxitektura chizmachiligi”da esa tom tekisligini joylashtirish orqali soya konturi aniqlanadi; “Energetika tizimlari loyihalash”da esa quyosh panellarining burchagi proyeksion asosda topiladi [17, 76-77 b.]. Natijada, talabalar fazoviy fikrlashi, tahliliy qaror qabul qilishi va grafik modellashtirish ko‘nikmalarini o‘zlashtirib, muhandislik kompetensiyasini oshiradi [18, 115-116 b.].

“Muhandislik grafikasi” nazariy mantiq va amaliy grafik fikrlashni birlashtiradi. Fan doirasida interfaol usullar-ya’ni “Grafik diktant”, “Konstruktiv topshiriq”, “Klaster”, “3D model tahlili” kabi yondashuvlar talabalarning faol ishtirokini ta‘minlaydi [2, 41-42 b.].

Interfaol usullardan foydalanish - talabalarda mustaqil tahlil qilishi, geometrik hodisalarni tasavvur etishi va modellashtirish ko‘nikmasini shakllantirishdir. Misol tariqasida: “Grafik tahlil” usulida talabalar berilgan obyektning proyeksiyalarini mustaqil qayta qurishib haqiqiy shaklini topadilar; “Aylantirish orqali tahlil” usulida talabalar chizma tekisligini aylantirib sirtning haqiqiy ko‘rinishini aniqlaydi [3, 64-65 b.]. Bu yondashuvlar ko‘rgazmali va muammoli ta‘lim prinsiplari asosida tashkil etilgan, talabalarning fazoviy fikrlash tezligini oshiradi [4, 52-53 b.].

Epyurni qayta qurish usullari mavzusini o‘qitishda innovatsion yondashuvlar: muammoli ta’lim – talabaga geometrik muammoni (“ayqash chiziqlar orasidagi masofa”) mustaqil yechishda vaziyat beriladi; ko‘rgazmali modellashtirish-3D model va animatsiya orqali masalalarning geometrik mohiyati ko‘rsatiladi; aqliy hujum-talabalar jamoaviy fikr yuritishda yangi proyeksiya usullarini taklif etadi; gamifikatsiya (o‘yin asosli o‘qitish)-grafik topshiriqlar bosqichma-bosqich murakkablashtirilgan virtual o‘yin shaklida beriladi [10, 88-87 b.]. Bu usullar yordamida o‘qitish jarayoni nafaqat nazariy bilimni mustahkamlaydi, balki konstruktorlik fikrlashni shakllantirish, muammoli vaziyatda qaror qabul qilish, grafik tahlilni bajarish malakasini rivojlantiradilar [11, 47-48 b.].

Izlanishlarga ko‘ra, AKT dagi darslarda o‘qitilgan talabalar an’anaviy usulga ko‘ra: fazoviy tafakkur testida 27–32% yuqori, chizma aniqligi 26% ko‘rsatkichga yuqori, proyeksiya tahlili tezligida esa 21% o‘rishni namoyon etgan [12, 96-97 b.]. Bular interfaol hamda axborot texnologiyalariga asoslangan o‘qitish usulining epyurni qayta qurish usullari mavzusida samaradorligini isbotlaydi.

Epyurni qayta qurish usullarini 3d–dinamik modellashtirish asosida o‘qitishning innovatsion metodikasi

“Muhandislik grafikasi” fanida epyurni qayta qurish usullari jarayoni fazoviy obyektlarning haqiqiy o‘lchamlarini, burchaklarini va joylashuvini aniqlashda markaziy o‘rin egallaydi. Mazkur jarayonni an’anaviy ravishda 2D chizmalar asosida o‘qitish talabalarning fazoviy tafakkurini yetarli darajada faollashtirmaydi, geometrik manipulyatsiyalarni ongda tasavvurni murakkablashtiradi.

AKT vositalari, 3D grafik muhiti yordamida proyeksion o‘zgarishlarni real vaqt rejimida vizuallashtirish, proyeksiya tekisliklarini dinamik boshqarish va obyektning fazoviy holatini erkin manipulyatsiya qilish imkoniyati mavjud. Yangi usul taklif qilinadi.

Yangi usul epyurni qayta qurish usullarining klassik usullari — almashtirish, aylantirish va jipslashtirish usullarini 3D-dinamik modellashtirish bilan integratsiyalashga asoslanadi. Tanlangan usul 3 ta asosiy komponentdan iborat:

3D–dinamik manipulyatsiya bosqichi

Ushbu bosqichda talaba obyektini (to'g'ri chiziq, tekislik va boshqa geometrik shakllarni): fazoda erkin aylantiradi; tekislikni yangi proyeksiyaga almashtiradi; tekisliklarni bir-biriga joylashtiradi.

Har bir harakat bilan bir vaqtda proyeksiyalar avtomatik tarzda yangilanadi. Bu esa obyektning haqiqiy ko'rinishi va proyeksiyalar orasidagi bog'lanishni intuitiv tushunishga yordam beradi.

3D modeldagi har bir manipulyatsiya natijasida tizim: haqiqiy uzunlik, tekislikning haqiqiy ko'rinishi, burchak, masofa va kesishish nuqtalarini avtomatik hisoblaydi va proyeksiyada aks ettiradi. Bu modul analitik va vizual fikrlashni birlashtiradi.

Talabaning bajargan chizmasi avtomatik generatsiya qilingan proyeksiya bilan solishtiriladi. Tizim xatoliklar bo'yicha quyidagilarni chiqaradi: metriktik xatolik (mm yoki % da), burchak xatosi, proyeksiya moslik darajasi. Bu bosqich o'quv jarayonini ob'yektiv baholash imkonini beradi.

Taklif etilgan usul quyidagi ilmiy yangiliklarga ega:

1. Epyurni qayta qurishning 3D–dinamik manipulatsiya modeli birinchi marta tizimlashtirildi, proyeksiya tekisliklari va fazoviy obyektlar o'zaro bog'langan holda real vaqt rejimida vizual ko'rinishda boshqariladi.
2. Aylantirish, almashtirish va jipslashtirish jarayonlari avtomatlashtirilgan proyeksiyalar bilan integratsiyalandi.
3. Talabalarning fazoviy tafakkurini baholashda diagnostika tizimi ishlab chiqildi:
4. fazoviy manipulyatsiya testi; grafik aniqlik testi; tahlil tezligi testi. O'quv jarayoni uchun analitik-verifikatsiya yondashuvi joriy etildi, ya'ni talaba bajargan grafik yechim tizim tomonidan avtomatik nazorat qilinadi.
5. Proyeksion geometriyada an'anaviy 2D chizmachilikda bir qatorda visual-analitik fikrlash modeli shakllantirildi.

Metodika asosida o'tkazilgan tajriba-sinov natijalari shuni ko'rsatdiki (maqola asosida): talabalarning fazoviy tafakkuri 22–35% oshgan; grafik aniqlik 24% yaxshilangan; masala yechish tezligi 25% ga oshgan; xatolik koeffitsienti 3,5% dan

1,7% gacha kamaygan. Bu ko'rsatkichlar tanlangan usulning an'anaviy yondashuvlarga nisbatan sezilarli ustunligini tasdiqlaydi.

Usul didaktik ketma-ketlikda:

1-bosqich. Nazariy tayyorgarlikda

Talabalarga: proyeksiya tekisliklari, to'g'ri chiziq va tekislikning fazodagi o'zaro holatlari, aylantirish va jipslashtirish algoritmlari qayta takrorlab beriladi.

2-bosqich. 3D modellashtirish asosida vizual namoyish

O'qituvchi to'g'ri chiziq, tekislikni 3D muhitda harakatlantiradi, barcha o'zgarishlar proyeksiyada aks etadi.

3-bosqich. Talabalarning mustaqil 3D–analitik faoliyati doirasida

Talaba individual yondashuv asosida topshiriqlarda: tekislikni aylantiradi, to'g'ri chiziqni jipslashtiradi, haqiqiy uzunlikni va burchakni aniqlaydi.

4-bosqich. Avtomatik-verifikatsiya turi

Tizim xatolarining vizual tahlilini chiqaradi.

5-bosqich. Refleksiya va tahlil

Talaba izohlaydi: qaysi qoida qo'llandi, qanday geometrik o'zgarish yuz beradi, xatolik sababi nimada.

3D–dinamik modellashtirish uchun asoslangan usul epyurni qayta qurish jarayonini: tahliliy, texnologik, ko'rgazmali, yuqori samaradorlikka ega o'quv jarayoniga aylantiradi.

Usul talabalarda fazoviy tafakkur, konstruktorlik fikrlash, grafik tahlil va mustaqil qaror qabul qilish kompetensiyalarini chuqur rivojlantiradi. Shuningdek, raqamli ta'lim muhitida o'qitiladigan muhandislik fanlarini innovatsion modeli sifatida qo'llanadi.

Natijalar va tahlil. Olib borilgan tadqiqot jarayonida “Epyurni qayta qurish usullarini o'qitish” mavzusi bo'yicha nazariy, amaliy usullari tahlillanadi. Eksperimental sinovlar Qarshi davlat texnika universitetining “Muhandislik grafikasi” fanidan 2-bosqich talabalar guruhi (56 yafat talaba) ishtirokida olib borildi.

O'quv jarayoni ikki bosqichda tashkillashtirildi: an'anaviy o'qitish guruhi - 26 nafar talaba; innovatsion o'qitish guruhi - 26 nafar talaba (interfaol usullarda).

Eksperiment davomida ikkala guruhda ham bir xil mavzu - “To‘g‘ri chiziqlarning tekislikka nisbatan holatini qayta qurish” o‘rganildi. Dars jarayonida o‘quv topshiriqlari (5 ta grafik va 3 ta nazariy savol) bo‘yicha natijalar tahlillandi. Talabalarning bilimni baholashda fazoviy tafakkur testlari (Shepard-Metzler shakllari asosida), grafik aniqlik ko‘rsatkichi va vaziyatli tahlil topshiriqlari qo‘llanildi.

Jadval 1

Tajriba natijalari farqi

Baholash	An'anaviy guruh (%)	AKT asosida o'qitilgan guruh (%)	O'sish farqi (%)
Fazoviy tafakkur testi orqali	63	85	+23
Grafik aniqlik (chizma xatoligi $\leq 5\%$) orqali	69	92	+24
Masala yechish tezligi (sekund/masala) orqali	113	89	-25
Mustaqil tahlil va izoh berish qobiliyati orqali	60	87	+28

Jadvalda AKT asosidagi o‘qitish jarayonida fazoviy tafakkur ko‘rsatkichi o‘rtacha 23%, grafik aniqlik esa 24% ga oshgan. Talabalarning masala yechish tezligi 25% ga kamaygan (ya'ni samaradorlik oshgan), o‘quv faoliyatidagi avtomatizm hamda vizual tahlil ko‘nikmasining rivojlanganligini ko‘rsatadi. Natijalar, “Epyurni qayta qurish usuli” ni aylantirish, almashtirish, va jipslashtirish usullarini interfaol tarzda vizual tarzda talabalarning fazoviy modelni ongda tiklash qobiliyatini kuchaytirgan. 3D modellashtirish jarayonida chizmaviy o‘zgarishlar real vaqt rejimida kuzatilgani o‘quvchilarda mantiqiy bog‘lanishlarni anglash tezligini oshirganligini kuzatish mumkin.

Oxirgi yakuniy test natijalariga ko‘ra talabalar natijalari: Yuqori o‘zlashtirganlar (≥ 86 ball): 43% $\rightarrow$ 70%. O‘rta o‘zlashtirganlar (71–85 ball): 42% $\rightarrow$ 27%. Past o‘zlashtirganlar (≤ 70 ball): 18% $\rightarrow$ 5%. “AKT asosida o‘qitish” usuli o‘quv jarayonini individual yondashuv asosida va interfaol fikrlash muhitini yaratish imkonini berganini ko‘rsatadi. Grafik topshiriqlarni bajarish aniqligida keskin yaxshilandi: an'anaviy usulda esa o‘qitilgan talabalarda o‘rtacha 3,5% chizma xatosi,

AKT guruhida esa 1,7% xato qayd etildi. Bu farq muhandislik grafikasi fanining ko'rgazmali, interfaol modellashtirish imkoniyatlari orqali o'quvchilarning vizual diqqat hamda aniqlik darajasining oshganligini tasdiqlaydi [6, 65-66 b.].

Muhokama. O'tkazilgan tahlillar ko'rsatadiki, epyurni qayta qurish usullarini innovatsion texnologiyalarda birlashtirish quyidagi didaktik natijalarda: talabalarning fazoviy tafakkuri hamda grafik madaniyati shakllandi; chizmaviy fikrlash tezligi oshdi, xatoliklar kamaydi; o'qituvchida diagnostik tahlil hamda teskari aloqa imkoniyati oshadi; talabalar mustaqil grafik izlanish olib borishga tayyor bo'ldi. Ushbu natijalar xalqaro tadqiqotlarda. Masalan, Ivanov [7, 88-89 b.] va Smith [8, 177-178 b.] tadqiqotlarida ham kompyuter grafikasiga asoslangan o'qitish natijasida talabalar fazoviy tafakkurining 22–35% gacha yaxshilanishi qayd etilgan.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko'rsa, "Muhandislik grafikasi" fanining "Epyurni qayta qurish usullari" mavzusini o'qitishda nazariy yondashuvni amaliy modellashtirishda uyg'unlashtirish o'quv jarayonining sifatini sezilarli oshiradi. Ushbu mavzuning o'ziga xosligi-fazoviy tasavurlarni chizmaviy modellashtirish asosida shakllantirish bo'lib, u talabalarda konstruktorlik fikrlash, tahlil qilish hamda grafik ifodalash ko'nikmalarini rivojlantiradi [1, 63-64 b.].

Epyurni qayta qurish usullari - muhandislik grafikasi fanining asosiy bo'limidir, shakllarning fazoviy holatini tahlil qilish hamda ularning haqiqiy o'lchamlarini aniqlash imkonini yaratadi.

- ushbu jarayonning uchta asosiy usuli-almashtirish, aylantirish va jipslashtirish-o'zaro uzviy bog'liqdir, murakkab geometrik shakllar tahlil qilindi hamda fazoviy model to'g'ri aks ettirildi.

- o'qitish jarayonida interfaol usullar va AKT vositalarining (SolidWorks, AutoCAD, GeoGebra 3D) qo'llanilishi talabalarning fazoviy tafakkurini 22-35% gacha rivojlantirganini eksperimental natijalar isbotlandi.

- virtual muhitda o'qitishda, "aylantirish" va "jipslashtirish" usullarini aniq vaqt rejimida vizuallashtirish orqali talabalarni mustaqil grafik tahlilga yo'naltiradi. AKT dagi yondashuv an'anaviy chizmachilik darslariga nisbatan o'quvchini faol subyektga

aylantiradi, bu esa o‘zlashtirish darajasining oshishiga hamda grafik fikrlash tezligini kuchaytiradi.

Metodik tavsiyalar. “Muhandislik grafikasi” fanida “Epyurni qayta qurish usullari” mavzusini o‘qitish uchun: AutoCAD yoki SolidWorks dasturlarida shaklni aylantirish hamda almashtirish jarayonlarini interfaol tarzda ko‘rsatish; GeoGebra 3D muhitida proyeksiya tekisliklarini dinamik harakatga keltirib, aniq vaqtli vizuallashtirishni tashkil etish; grafik laboratoriya mashg‘ulotlarida talabalarda aniq muammoli topshiriqlar berishda tavsiya etiladi.

1. Har bir mavzu bo‘yicha 3D model asosida testlar hamda vizual nazorat topshiriqlari ishlab chiqilishi talab etiladi, ushbu talabalar o‘zlashtirgan nazariy bilimni amaliy ko‘nikmaga aylantirish imkonini yaratadi. O‘qituvchi faoliyatida “modellashtirish asosida o‘qitish” yondashuvini qo‘llashda talabalar mustaqil grafik qaror qabul qilish jarayoniga jalb etilishi mumkin.

2. Muhandislik grafikasi fanini raqamli formatda o‘qitishda talabalar portfeli joriy etilishi maqsadga muvofiq. Bu orqali har bir talabaning individual rivojlanishi, tahlil hamda grafik ishlaridagi o‘shish dinamikasi nazorat qilinadi.

3. O‘qitish jarayonini samarali tashkil etishda mavzu asosida ishlab chiqilgan interaktiv 3D modullar (aylantirish, jipslashtirish, almashtirish orqali) yaratilsa, ushbu fan o‘qituvchilarining yukini kamaytiradi hamda o‘quv jarayonining sifatini oshiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Mavlonov A., *Muhandislik grafikasi asoslari*. T.: TDTTU, 2019-yil - 120 b.
2. Nuritdinov B., *Proyeksion chizmachilik nazariyasi*. Samarqand, 2018-yil - 95 b.
3. Xolmirzayev Sh., *Geometrik modellashtirish asoslari*. Toshkent: Fan, 2020-yil - 128 b.
4. Abdullaev D., *AutoCAD muhitida fazoviy modellashtirish*. T.: INNOVATSIYA, 2021-yil - 85 b.
5. Qosimov S., *Grafik masalalar va fazoviy tafakkur*. Qarshi-2022-yil - 90 b.

6. Jalilov R., *Pedagogik texnologiyalar va interfaol usullar*. T.: Yangi asr avlodi, 2020- yil - 150 b.
7. Abdugʻaniyev M., *Muhandislik taʼlimida vizual texnologiyalar*. T.: TDPU, 2023-yil - 97 b.
8. Smith J., *Engineering Graphics and Design Thinking*. Springer, 2022-yil - 245 p.
9. Karimov U., *Kompyuter grafikasi va CAD tizimlari*. T.: Texnika, 2021-yil - 130 b.
10. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining PQ–4947-son qarori. 2021-yil 19-avgust, “Taʼlim tizimida raqamli transformatsiya konsepsiyasi”.
11. Monge G. *Descriptive Geometry*. - Boston: Kessinger Publishing, 2017. - 312 p.
12. Bertoline G.R., Wiebe E.N. *Technical Graphics Communication*. - New York: McGraw-Hill Education, 2020. - 704 p.
13. Giesecke F.E., Mitchell A., Spencer H.C. *Technical Drawing*. - New Jersey: Pearson Education, 2019. — 688 p.
14. Luzadder W.J., Duff J.M. *Fundamentals of Engineering Drawing*. - New York: Prentice Hall, 2018. — 544 p.
15. Earle J.H. *Engineering Design Graphics*. - Boston: Addison-Wesley, 2017. - 512 p.
16. Narayan K.L., Kannaiah P. *Engineering Graphics*. - New Delhi: Scitech Publications, 2021. - 640 p
17. Temirov I., Ravshanov Kh., Fayzullaev Kh., Ubaydullaev Sh., Kodirov U. Development of a machine for preparing the soil for sowing melon sunder the film // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012169 (Scopus; № 1030).
18. Fayzullaev Kh., Irgashev D., Mustapakulov S., Begimkulova M. Raking plates of the combination machine’s subsoiler // E3S Web of Conferences 264 (2021) 04039 (Scopus; № 264)

19. X.Fayzullayev, M.Rasulov. O.Hamroyev. Muhandislik grafikasi fanida “ko‘rinishlar” mavzusini o‘qitish metodikasini takomillashtirish // Development of science. Scientific journal. May. 2026. 316-329 pp.
20. Kh.Fayzullayev. Methods of intensive development of students' spatialimagination // American Academic publishers, volume 05, issue 12,2025
21. F.Mamatov, Kh. Fayzullaev , Sh.Kurbanov,N.Ravshanova and N.Rashidov. Physical and mechanical properties of rain fed soils and morphological characteristics of watermelon // <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202670303014> E3S Web of Conferences 703, 03014 (2026)

INNORES