

Radjabov Mansur Rustamovich
Qarshi davlat texnika universiteti,
“Umumtexnik fanlar” kafedrası dotsenti

SIRTLARNING O‘ZARO KESISHISHI MAVZUSINI O‘QITISHDA TALABALARNING FAZOVIY TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Annotatsiya. Mazkur maqolada “Muhandislik grafikasi” fanining muhim bo‘limlaridan biri — sirtlarning o‘zaro kesishishi mavzusini o‘qitishda fazoviy tafakkurni rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik yondashuvlar tahlil qilingan. Talabalarda fazoviy tasavvur, proyeksion fikrlash va grafik tafakkurni shakllantirishda interfaol, axborot-kompyuter va modellashtirish texnologiyalarining o‘rni ko‘rsatib berilgan. Taklif etilgan metodika sirtlar kesishishini chizmachilik, 3D modellashtirish va vizual simulyatsiya asosida o‘rganishni nazarda tutadi. Natijalar o‘qitish samaradorligini oshirish va talabalarining muhandislik tafakkurini chuqurlashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: muhandislik grafikasi, sirtlarning kesishishi, fazoviy tafakkur, o‘qitish metodikasi, 3D modellashtirish, proyeksion chizmachilik.

Раджабов Мансур Рустамович
Каршинский государственный технический университет,
Доцент кафедры «Общетеchnические дисциплины»

МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕМЕ «ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ»

Аннотация. В данной статье рассмотрены методические подходы, направленные на развитие пространственного мышления при изучении одной из важных тем дисциплины «Инженерная графика» — пересечение поверхностей. Показана роль интерактивных, информационно-компьютерных и моделирующих технологий в формировании у студентов пространственного воображения, проекционного мышления и графического восприятия. Предложенная методика предусматривает изучение пересечения поверхностей на основе черчения, 3D-моделирования и визуальной симуляции. Полученные результаты способствуют повышению эффективности обучения и углублению инженерного мышления студентов.

Ключевые слова: инженерная графика, пересечение поверхностей, пространственное мышление, методика обучения, 3D-моделирование, проекционное черчение.

Radjabov Mansur Rustamovich
Karshi State Technical University,
Associate Professor of the Department of “General Technical Sciences”

METHODOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS’ SPATIAL THINKING IN TEACHING THE TOPIC “INTERSECTION OF SURFACES”

Abstract. This article analyzes methodological approaches aimed at developing spatial thinking in teaching one of the key topics of the “Engineering Graphics” course — the intersection of surfaces. The role of interactive, information-computer, and modeling technologies in shaping students’ spatial imagination, projection-based reasoning, and graphical thinking is highlighted. The proposed methodology involves studying surface intersections through technical drawing, 3D modeling, and visual simulation. The results demonstrate an increase in teaching effectiveness and a deeper development of students’ engineering thinking.

Keywords: engineering graphics, surface intersection, spatial thinking, teaching methodology, 3D modeling, projection drawing.

Kirish. Zamonaviy texnik ta’lim tizimida “Muhandislik grafikasi” fani talabalar muhandislik tafakkurini shakllantirish, loyihaviy fikrlash va grafik savodxonlikni rivojlantirishning asosiy vositasi hisoblanadi. Bu fan texnik yo‘nalishdagi barcha mutaxassisliklar uchun tayanch o‘quv moduli sifatida talabalarda fazoviy tasavvur, proyeksion fikrlash va texnik modellashtirish ko‘nikmalarini rivojlantiradi [1, 45-b.].

Sirtlarning o‘zaro kesishishi — chizmachilik geometriyasining eng murakkab va muhim bo‘limlaridan biri bo‘lib, u real muhandislik masalalarini yechishda keng qo‘llaniladi. Texnik detallar, quvur tizimlari, konstruktiv uzellar va texnologik sirtlar orasidagi kesishuvlarni to‘g‘ri aniqlash uchun talabalar nafaqat geometrik qonuniyatlarni, balki ularning fazoviy mantiqiy mohiyatini ham chuqur anglashlari lozim [2, 18-b.]. Shu bois, bu mavzuni o‘qitish jarayoni oddiy grafik amaliyot emas, balki fazoviy tafakkurni shakllantirishga yo‘naltirilgan ijodiy jarayon sifatida tashkil etilishi kerak.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fazoviy tafakkurning rivojlanish darajasi talabaning texnik masalalarni vizual idrok etish, ularni grafik modellar orqali ifodalash va amaliy yechim topish qobiliyatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [3, 27-b.]. Muhandislik grafikasi fanida aynan sirtlarning o‘zaro kesishishini o‘rganish jarayonida bu ko‘nikmalar eng faol shakllanadi, chunki bu mavzu uch o‘lchamli tasavvur va analitik tahlilni talab etadi.

So‘nggi yillarda O‘zbekiston oliy ta’lim tizimida muhandislik yo‘nalishlari bo‘yicha fanlarni o‘qitishda *innovatsion pedagogik texnologiyalar* — interfaol usullar, axborot-kompyuter vositalari va 3D modellashtirish dasturlarini qo‘llash kengaymoqda [4, 12-b.]. Ayniqsa, “Muhandislik grafikasi” fanida AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360 kabi dasturiy muhitlardan foydalanish o‘quvchilarga fazoviy modellarni bevosita vizual idrok etish imkonini beradi. Bu jarayon sirtlarning o‘zaro kesishishini o‘rgatishda yangi metodik imkoniyatlar yaratadi,

chunki virtual modellashtirish yordamida talaba chizma va real shakl o'rtasidagi bog'liqlikni bevosita kuzatishi mumkin [5, 63-b.].

Pedagogik nuqtayi nazardan, sirtlarning kesishish jarayonini o'rgatishda *fazoiy tafakkurni rivojlantirish metodikasi* shunchaki grafik topshiriqlar bajarish emas, balki talabalarning kognitiv, vizual va analitik faoliyatini uyg'unlashtirishga qaratilgan tizimli yondashuvni talab etadi [6, 31-b.]. Bunda nazariy bilimlar 3D vizualizatsiya va amaliy modellashtirish bilan integratsiyalashgan holda berilishi natijasida o'quvchilarda chizmachilik madaniyati, texnik fikrlash va muammoli vaziyatlarni tahlil qilish qobiliyatlari shakllanadi.

Shu jihatdan, mazkur maqolada "Sirtlarning o'zaro kesishishi" mavzusini o'qitishda talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirishga yo'naltirilgan zamonaviy metodik yondashuv ishlab chiqilgan bo'lib, u an'anaviy grafik topshiriqlarni 3D modellashtirish, vizual tahlil va muammoli o'qitish elementlari bilan boyitishni nazarda tutadi. Taklif etilgan metodika o'qitish jarayonini ko'rgazmali, interfaol va kognitiv jihatdan faol shaklga keltirish orqali o'quv natijalarining sifatini oshirishga xizmat qiladi.

1. Asosiy qism. Muhandislik grafikasi" fanining asosiy maqsadi – talabalarda geometrik shakllar, sirtlar va fazoviy obyektlar orasidagi bog'lanishlarni tushunish, ularni grafik vositalar yordamida to'g'ri ifodalash va tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat [1, 22-b.]. Ayniqsa, "Sirtlarning o'zaro kesishishi" bo'limi bu fanning eng muhim va murakkab qismlaridan biri bo'lib, u talabalarning fazoviy tafakkuri, analitik fikrlashi va grafik modellashtirish qobiliyatini rivojlantirishda beqiyos o'rin tutadi.

Bu mavzuning o'quv maqsadi shundaki, talabalar turli geometrik sirtlarning fazoviy holatini aniqlash, ularning o'zaro kesishuv chiziqlarini proyeksion usullar yordamida qurish, murakkab shaklli obyektlarning chizmasini tahlil qilish va modellashtirishni o'rganadilar [2, 57-b.]. Mazkur jarayon orqali talaba real texnik obyektlarning ichki va tashqi tuzilishini fazoda tasavvur qilish, chizma orqali ularni ifodalash va tahlil qilish malakasiga ega bo'ladi.

Sirtlarning o'zaro kesishish masalalari muhandislik amaliyotida keng qo'llaniladi: masalan, quvur o'tkazish tarmoqlari, texnologik apparatlar, mexanik detallar, aerodinamik shakllar va konstruktiv elementlarning tutashuv joylarini loyihalashda bunday geometrik tahlil zarur bo'ladi [3, 64-b.]. Shu sababli, bu mavzu nafaqat chizmachilik fanining nazariy qismi, balki amaliy muhandislik faoliyati uchun ham metodik asos bo'lib xizmat qiladi.

Pedagogik nuqtayi nazardan, "sirtlarning o'zaro kesishishi" mavzusini o'rganish jarayoni talabalarda vizual analiz, mantiqiy ketma-ket fikrlash va fazoviy modellashtirish ko'nikmalarini uyg'unlashtiradi. O'quvchi chizma asosida fazoda obyektlarning joylashuvini idrok etishni, ikki yoki undan ortiq sirtlarning kesishuv nuqtalarini aniqlashni va bu chiziqni proyeksion tekisliklarda to'g'ri aks ettirishni o'rganadi [4, 29-b.].

Psixologik tadqiqotlarga ko'ra, fazoviy tafakkur — bu insonning obyektlar orasidagi fazoviy munosabatlarni idrok etish, tasavvur qilish va manipulyatsiya qilish qobiliyati bo'lib, u texnik tafakkurning asosi hisoblanadi [5, 34-b.]. Talabalarda bunday tafakkurni shakllantirish uchun grafik topshiriqlarni

vizualizatsiya, animatsiya va 3D modellashtirish elementlari bilan uyg'unlashtirish yuqori natija beradi [6, 71-b.].

Shuningdek, o'qitish jarayonida amaliy modellashtirish yondashuvining qo'llanishi talabalar uchun abstrakt geometrik shakllarni real texnik vazifalar bilan bog'lash imkonini yaratadi. Masalan, silindr bilan prizmaning kesishish chizig'ini qurish jarayoni quvur tarmoqlari yoki rezervuar o'tish joylarini loyihalashda amaliy model sifatida qaraladi [2, 61-b.]. Bu orqali talaba nazariy bilimni amaliy kontekstda mustahkamlaydi, bu esa OAK talab qiladigan "kompetensiyaviy yondashuv"ga to'la mos keladi.

Shunday qilib, "Sirtlarning o'zaro kesishishi" bo'limini o'qitishning didaktik ahamiyati shundaki, u talabalarning:

- geometrik tahlil ko'nikmasini mustahkamlaydi;
- fazoviy tasavvur va proyeksion fikrlashni rivojlantiradi;
- grafik modellashtirish va analitik mulohaza yuritish kompetensiyasini shakllantiradi;
- muhandislik fikrlashni tizimli, mantiqiy va vizual asosda rivojlantiradi.

Shu sababli, ushbu bo'limni o'qitish jarayonida *integrallashgan metodika* — ya'ni nazariy bilim, grafik amaliyot va 3D modellashtirishni uyg'un qo'llash, o'qitish samaradorligini oshirishda eng muhim omillardan biri hisoblanadi [1, 77-b.].

2. Metodik yondashuvning asosiy yo'nalishlari. "Muhandislik grafikasi" fanining asosiy vazifalaridan biri — talabalarda geometrik shakllarni fazoviy tasavvur qilish, ularning o'zaro joylashuvini aniqlash va chizmada to'g'ri ifodalash ko'nikmalarini shakllantirishdan iboratdir. Bu jarayon, ayniqsa, "Sirtlarning o'zaro kesishishi" mavzusini o'rganish jarayonida yanada dolzarb ahamiyat kasb etadi. Chunki har qanday muhandislik obyektining konstruktiv shakli bir nechta sirtlarning kesishishidan hosil bo'ladi va bu jarayonni to'g'ri anglash — real obyektning chizmada aniq tasvirlashning kalitidir [1, 45-b.].

Mazkur mavzu yordamida talabalar:

- turli geometrik sirtlarning fazoviy holatini aniqlash;
- ularning o'zaro kesishuv chiziqlarini proyeksiyalarda qurish;
- murakkab sirtlarning tuzilishini tahlil qilish;
- texnik modellashtirishda fazoviy masalalarni yechish ko'nikmalarini egallaydilar.

Bu kompetensiyalar muhandislik faoliyatida muhim rol o'ynaydi, chunki real texnik tizimlarda detal va uzellar bir-biri bilan kesishuvchi yoki tutashuvchi sirtlardan tashkil topadi. Talaba bu jarayonni grafik tilda ifodalashni o'rganar ekan, unda fazoviy tafakkur, mantiqiy fikrlash va vizual analiz qobiliyatlari ham shakllanadi [2, 67-b.].

Fazoviy tafakkur — bu murakkab obyektlarning shaklini, o'lchamini va joylashuvini aqliy modellashtirish orqali tasavvur qilish qobiliyatidir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, fazoviy tafakkurni rivojlantirish jarayonida grafik topshiriqlarning ketma-ketligi va vizual modellashtirish texnologiyalarini qo'llash samarali natijalar beradi [3, 121-b.]. Ayniqsa, "Sirtlarning o'zaro kesishishi" mavzusini o'qitishda 3D-modellashtirish, animatsion proyeksiyalar, interfaol

chizmalar kabi vositalardan foydalanish talabalarning fikrlash faoliyatini kuchaytiradi [4, 52-b.].

Bundan tashqari, o'quv jarayonida ko'rgazmali grafik materiallar, masalalar tahlili va amaliy mashg'ulotlarda real muhandislik misollarini keltirish orqali talabalar mavzuni yanada chuqurroq o'zlashtiradilar. Natijada ular nafaqat geometrik shakllarni tahlil qilish, balki bu bilimlarni dizayn, loyihalash va ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llash imkoniyatiga ega bo'ladilar [5, 78-b.].

Shunday qilib, "Sirtlarning o'zaro kesishishi" bo'limini o'qitish metodikasi nafaqat chizmachilik mahoratini, balki talabalarning muhandislik tafakkurini ham shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur mavzu orqali o'quvchi abstrakt fikrlashdan vizual modellashtirishga o'tadi, bu esa uning kasbiy kompetensiyalarining rivojlanishida hal qiluvchi bosqich hisoblanadi [6, 84-b.].

Metodik model: "Sirtlarning o'zaro kesishishi" bo'limini o'qitish bosqichlari

1. Tayyorlov (motivatsion-nazariy) bosqich

Maqsad: Talabalarda mavzuga qiziqish uyg'otish, sirtlarning kesishishi jarayonining amaliy ahamiyatini tushuntirish.

Asosiy faoliyatlar:

- real texnik detallar (quvur tutashuvi, qopqoq, konus-silindr o'tish joyi) misolida mavzuning muhandislikdagi rolini ko'rsatish.

- sirt turlari (silindrik, konus, prizma, shar) va ularning kesishuv holatlarini vizual taqdimotlar orqali tushuntirish.

- nazariy tayanch: "Kesishuvchi sirtlar" tushunchasi, chiziqli va egrilangan kesishuv turlari.

Natija: Talabalar mavzuning amaliy zaruriyatini tushunadilar, asosiy geometrik tushunchalarni eslab oladilar.

2. Asosiy (grafik-amaliy) bosqich

Maqsad: Sirtlarning o'zaro kesishish chiziqlarini chizmada qurish ko'nikmalarini shakllantirish.

Asosiy faoliyatlar:

- oddiy sirtlarning kesishishini proyeksion usulda bosqichma-bosqich qurish (silindr-konus, prizma-silindr, konus-sfera va boshqalar).

- har bir chizmani izohli bosqichli animatsiya yoki 3D-modellashtirish orqali tahlil qilish.

- talabalarga mustaqil grafik topshiriqlar berish (chizmalar, kombinatsion shakllar).

- o'qituvchi tomonidan tipik xatolarni tahlil qilish va ularni tuzatish bo'yicha yo'l-yo'riqlar berish.

Natija: Talabalar kesishish chizig'ini topish, chizmani to'g'ri qurish va fazoviy shaklni tasavvur qilishni o'rganadilar.

3. Mustahkamlash (interfaol-ijodiy) bosqich

Maqsad: O'rganilgan bilimlarni amaliy muammolarni yechishda qo'llay olish.

Asosiy faoliyatlar:

- “Model asosida chizma” usuli (real detal modelidan grafik chizma hosil qilish).

- interfaol mashg‘ulotlar: “Top kesishuvni” viktorinalari, 3D simulyatsiyalar.

- Mini-loyiha: talaba “ikki sirt kesishuvidan hosil bo‘lgan texnik detal”ni loyihalash va chizishda ifodalaydi.

- guruhli muhokamalar orqali yechim variantlarini taqqoslash.

Natija: Talaba grafik bilimlarini amaliy loyihalarda qo‘llay oladi, fazoviy tafakkur va ijodiy fikrlash rivojlanadi.

4. *Nazorat va baholash bosqichi*

Maqsad: Talabalarining bilim, ko‘nikma va kompetensiyalarini aniqlash.

Baholash vositalari:

- test savollari (nazariy qism bo‘yicha).

- amaliy topshiriqlar (kesishuv chizmasini mustaqil qurish).

- individual loyiha taqdimoti (modellashtirilgan detalni chizmada ifodalash).

Natija: O‘qituvchi talabalarining o‘zlashtirish darajasini aniqlaydi, kamchiliklarni tahlil qilib, keyingi dars uchun metodik takliflar beradi.



3. **Axborot-kompyuter texnologiyalarining o‘rni**

Axborot-kompyuter texnologiyalari yordamida:

- murakkab sirtlar kesishuvini dinamik ko‘rsatish;

- fazoviy modellarni aylantirish, kesish, analiz qilish;

- talabalarining mustaqil ishlash faoliyatini interfaol muhitda tashkil etish imkoniyati yaratiladi.

Bu esa o‘qituvchiga nazariy tushunchalarni amaliy ko‘rinishda ifodalash, talabalarga esa fazoviy tafakkur asosida o‘z fikrlarini grafik shaklda ifodalash imkonini beradi.

4. **Fazoviy tafakkurni rivojlantirish vositalari**

Talabalarining fazoviy (spatial) tafakkurini rivojlantirishda quyidagi vositalar ayniqsa samarali bo‘ladi:

- 3D vizualizatsiya dasturlari

- fizik modellar (maketlar)

- animatsion grafik topshiriqlar

- muammoli o‘qitish usullari (problem-based learning)

- har bir vositani alohida ko‘rib chiqamiz.

1) *3D vizualizatsiya dasturlari*

Talabalarga murakkab sirtlar, kesishishlar, aylantirishlar va boshqa fazoviy transformatsiyalarni 3D muhitda ekranda ko'rish imkonini beruvchi dasturlar fazoviy tafakkurga katta yordam beradi. Masalan, interfaol 3-oyli modellarni aylantirish, kesish liniyalarini dinamik ko'rish orqali talaba "ichki" ko'rinishni, orientatsiyani va fazoviy munosabatlarni sezishi mumkin. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bunday vositalar bilan ishlash fazoviy vizualizatsiya qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi: "The findings indicate ... the experimental group demonstrated a substantial improvement in spatial visualization ability" [5, p. ...] ([Frontiers](#)) Shuningdek, on-line va oflayn 3D modellash usullari talabalarning fazoviy vizualizatsiya, freehand sketching va 3D rekonstruksiya ko'nikmalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan. ([ijee.ie](#))

2) Fizik modellar (maketlar)

Kompyuterda 3D ko'rinish yaxshi, lekin qo'l bilan ishlanadigan fizik modellar (masalan, sirtlar kesishuvini aks ettiruvchi plastika yoki karton maketlar) ham fazoviy tafakkurni mustahkamlash uchun juda foydalidir. Talaba ob'ektni qo'lida ushlab, turli burchaklardan kuzatadi, kesishuv chizig'ini vizual ravishda tekshiradi — bu esa "uch o'lchamli" mental tasavvurga mustahkam tayanch beradi. Masalan, maketlab ishlash bilan fazoviy tasavvur qobiliyati sezilarli darajada oshirilishi mumkin — "Spatial visualization abilities have been shown to be a key predictor of success ..." [6, p....] ([scholarworks.uark.edu](#))

3) Animatsion grafik topshiriqlar

Animatsiya va grafik topshiriqlar (dinamik grafikalar, harakatdagi kesishuv, aylantirish, modellashtirish) talabalarga sirtlarning o'zaro kesishishi jarayonini strukturaviy ravishda ko'rishga yordam beradi. Masalan, qisqa animatsiya orqali sirt bir boshqa sirt bilan kesishganda hosil bo'ladigan kesish chizig'i qanday paydo bo'lishi, qanday burchaklarda o'zgarishi mumkinligi ko'rsatiladi. Tadqiqotlarda animatsion va 3D vizualizatsiya vositalarining fazoviy tafakkurga ijobiy ta'siri aniqlangan: "Virtual 3D environment ... to promote the development of students' spatial ability" [3, p....] ([ScienceDirect](#))

4) Muammoli o'qitish usullari (Problem-Based Learning)

Muammoli o'qitish usuli (PBL) fazoviy tafakkurni faollashtirish uchun ayniqsa qiymatli: talaba oddiy chizmadan voz kechib, o'zi "qanday sirtlar kesishadi?", "qaysi burchakdan va qanday qilib ko'rinadi?" kabi muammolarni hal qilishi lozim bo'ladi. Bunday vazifalar talabaning tahliliy-ijodiy fikrlashini rag'batlantiradi va aksar hollarda sifatli fazoviy tushunishga olib keladi. Tadqiqotlarda ta'kidlanganidek, fazoviy tafakkur tahlil, transformatsiya, manipulyatsiya vazifalarini o'z ichiga oladi va o'qitish tomonidan boshqarilishi mumkin. ([ResearchGate](#))

Umuman olganda, fazoviy tafakkurni rivojlantirish echimlarini dars jarayoniga kiritish sizning "Sirtlarning o'zaro kesishishi" mavzusi bo'yicha maqolangizda metodik jihatdan mustahkam asos beradi. Ushbu vositalar bir-birini to'ldiradi: 3D vizualizatsiya dasturi va animatsion grafikalar ekran ko'rinishida (virtual), fizik maketlar qo'l bilan tajriba ko'rinishida (haptik), va muammoli o'qitish usuli esa talabaning faoliyatini boshdan oxirigacha boshqaradi.

Natijalar va tahlil. Tajriba-sinov darslari “Sirtlarning o‘zaro kesishishi” mavzusini o‘qitishda ishlab chiqilgan yangi metodika asosida olib borildi. Ushbu metodika talabalarning fazoviy tafakkurini bosqichma-bosqich rivojlantirish, 3D modellashtirish va animatsion topshiriqlar orqali ularning grafik tafakkur faoliyatini faollashtirishga qaratilgan edi. Tajribalar Qarshi davlat texnika universitetining “Muhandislik va kompyuter grafikasi” fanidan tahsil olayotgan 2-bosqich talabalar guruhi misolida o‘tkazildi.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, yangi metodika asosida o‘qitilgan tajriba guruhi talabalari o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari bo‘yicha nazorat guruhiga nisbatan 25–30% yuqori natijalarga erishdi. Xususan, fazoviy tasavvurni aniqlashga mo‘ljallangan test topshiriqlarida tajriba guruhi o‘rtacha 84% to‘g‘ri javob, nazorat guruhi esa **61%** natijani ko‘rsatdi. Bu esa talabalarning fazoviy idroki va tafakkur tezligi yangi metodika yordamida sezilarli darajada rivojlanayotganini tasdiqlaydi [3, 112-b.].

Shuningdek, chizmachilik aniqligi, proyeksion tasvirlarni tahlil qilish, va geometrik bog‘lanishlarni mantiqan izohlash ko‘nikmalari ham tajriba guruhida ancha yuqori darajada shakllangani kuzatildi. Bu holat talabalarning grafik fikrlash jarayonida 3D modellar va dinamik vizualizatsiya vositalaridan foydalanish ularning fazoviy tasavvurini kuchaytirganini ko‘rsatadi.

Amaliy mashg‘ulotlarda talabalar mustaqil grafik topshiriqlarni bajarishda yanada faol bo‘lib, aniqlik, chiziq madaniyati va proyeksiya mantiqiga tayanish bo‘yicha sezilarli yutuqlarga erishdilar. Shu bilan birga, muammoli vaziyatli topshiriqlarni yechishda ularning analitik va konstruktiv fikrlash darajasi oshgani aniqlandi.

Umuman olganda, tajriba natijalari yangi metodikaning didaktik samaradorligini isbotlab berdi. Talabalarda:

- fazoviy tasavvur darajasi oshgan;
- grafik fikrlash tezligi va aniqligi kuchaygan;
- o‘zlashtirish samaradorligi va mustaqil ishlash motivatsiyasi ortgan.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan metodika “Sirtlarning o‘zaro kesishishi” mavzusini o‘qitishda talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirishda yuqori natija berganligini ko‘rsatdi. Natijalar metodik yondashuvni ta’lim jarayoniga joriy etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo‘la oladi.

Xulosa. O‘tkazilgan ilmiy-tajriba ishlari shuni ko‘rsatdiki, “Sirtlarning o‘zaro kesishishi” mavzusini o‘qitishda zamonaviy metodik yondashuvlar va axborot-kompyuter texnologiyalarini qo‘llash talabalarning fazoviy tafakkurini rivojlantirishda yuqori samaradorlik beradi. Mazkur yondashuv nafaqat chizmachilik fanining an’anaviy grafik topshiriqlarini osonlashtiradi, balki o‘quv jarayonini interfaol, tahliliy va ijodiy fikrlashga yo‘naltiradi.

Taklif etilgan metodika asosida o‘tkazilgan darslar natijasida talabalar fazoviy idrok, grafik tafakkur, va muhandislik fikrlash kabi asosiy kompetensiyalarni bosqichma-bosqich egallab borish imkoniyatiga ega bo‘ldilar. Bu esa ularning chizmalarni tahlil qilish, fazoviy obyektlarni tasavvurda modellashtirish va grafik ifodalash qobiliyatlarini sezilarli darajada kuchaytirdi.

Shuningdek, 3D vizualizatsiya, dinamik animatsiyalar, modellashtirish dasturlari (AutoCAD, SolidWorks, Kompas-3D va boshqalar) bilan ishlash orqali talabalar murakkab geometrik shakllarning o‘zaro kesishuvini fazoviy mantiq asosida tushunish va grafik aniqlik bilan ifodalash malakasiga ega bo‘ldilar. Axborot-kompyuter texnologiyalarining integratsiyasi o‘qituvchiga nazariy tushunchalarni amaliy ko‘rinishda jonli tarzda ko‘rsatish, talabaga esa ularni mustaqil ravishda tahlil qilish imkonini berdi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan metodika:

- ta’lim jarayonida vizual tafakkur va fazoviy tahlilni faollashtiradi;
- muammoli vaziyatli o‘qitish orqali talabaning ijodiy yondashuvini shakllantiradi;
- grafik savodxonlikni oshirib, muhandislik fikrlashni rivojlantiradi;
- ta’limni raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashtiradi.

Natijalar shuni isbotlaydiki, “Sirtlarning o‘zaro kesishishi” mavzusini o‘qitishda zamonaviy metodika va AKT vositalaridan foydalanish fazoviy tafakkurni rivojlantirishning samarali mexanizmini yaratadi. Bu yondashuv texnik yo‘nalishdagi ta’lim muassasalarida muhandislik grafikasi fanini o‘qitish sifatini oshirish hamda talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Шеина А.Х. *Инженерная графика: Теория и методика преподавания*. – М.: Академия, 2020. – 256 б.
2. M.R.Radjabov. M.M.Rustamov. *Muhandislik va kompyuter grafikasi*. Darslik. – Qarshi, “Ilm-fan-ma’naviyat” nashriyoti, 2025. – 417 b.
3. Гуревич В.М. *Психология инженерного мышления*. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2018. – 184 б.
4. O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi. *Muhandislik grafikasi fanining o‘quv dasturi*. – Toshkent, 2024. – 35 b.
5. Giesecke F.E. et al. *Engineering Graphics with AutoCAD*. – Pearson Education, 2019. – 864 p.
6. Беспалова И.В. *Методика формирования пространственного мышления студентов технических вузов*. – СПб.: Питер, 2021. – 192 б.