NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-10]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

13.00.00-PEDAGOGIKA
journal.namdu.uz
PEDAGOGICAL

UDK 004.92:378.147:744

MUHANDISLIK VA KOMPYUTER GRAFIKASI FANINI O‘QITISHDA AutoCAD VA KOMPAS-3D DASTURLARIDAN INTEGRATSIYALASHGAN FOYDALANISH METODIKASI

Mustapaqulov Sodiq Ungiboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti
ORCID 0009-0005-8548-3156
s.mustapaqulov@kstu.uz

Annotatsiya: *Maqolada muhandislik va kompyuter grafikasi fanini o‘qitishda AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlaridan o‘zaro bog‘liq holda foydalanish metodikasi yoritiladi. Talabalarning ikki o‘lchamli chizma va uch o‘lchamli model o‘rtasidagi bog‘lanishni tushunishi grafik tayyorgarlikning muhim sharti sifatida qaraladi. Shu asosda detalni tahlil qilish, uning 2D chizmasini yaratish, chizma bo‘yicha 3D model qurish, modeldan ko‘rinishlar olish va hosil qilingan tasvirlarni solishtirish bosqichlari taklif etiladi. Har bir bosqichda bajariladigan o‘quv harakatlari hamda natijani baholash mezonlari tavsiflanadi. Taklif etilgan metodika talabalarning chizmani o‘qish, fazoviy tasavvur qilish, grafik xatolarni aniqlash va yechimini asoslash ko‘nikmalarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *muhandislik va kompyuter grafikasi, AutoCAD, KOMPAS-3D, 2D chizma, 3D model, fazoviy tasavvur, grafik kompetensiya, o‘qitish metodikasi.*

МЕТОДИКА ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ AutoCAD И KOMPAS-3D В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

Аннотация: *В статье представлена методика интегрированного использования программ AutoCAD и КОМПАС-3D при преподавании инженерной и компьютерной графики. Понимание студентами взаимосвязи между двумерным чертежом и трёхмерной моделью рассматривается как важное условие графической подготовки. Предлагается последовательность учебных действий: анализ детали, создание её 2D-чертежа, построение 3D-модели по чертежу, получение видов на основе модели и сопоставление полученных изображений. Описаны действия студентов на каждом этапе и критерии оценивания их работы. Предлагаемая методика направлена на развитие умений читать чертежи, формировать пространственные представления, выявлять графические ошибки и обосновывать принятое решение.*

Ключевые слова: *инженерная и компьютерная графика, AutoCAD, КОМПАС-3D, 2D-чертёж, 3D-модель, пространственное представление, графическая компетентность, методика преподавания.*

METHODOLOGY OF INTEGRATED USE OF AutoCAD AND KOMPAS-3D SOFTWARE IN TEACHING ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS

Abstract: *This article presents a method for the integrated use of AutoCAD and KOMPAS-3D in teaching engineering and computer graphics. Students’ understanding of the relationship between a two-dimensional drawing and a three-dimensional model is treated as an important part of graphics education. The proposed sequence of learning activities includes analysing a component, creating its 2D drawing, constructing a 3D model from the drawing, generating views from the model, and comparing the resulting representations. The article describes students’ activities at each stage and the criteria for assessing their work. The proposed method is intended to develop students’ ability to read engineering drawings, visualise objects in three dimensions, identify graphical errors, and justify their solutions.*

Keywords: *engineering and computer graphics, AutoCAD, KOMPAS-3D, 2D drawing, 3D model, spatial visualisation, graphics competence, teaching method.*

Kirish. Muhandislik va kompyuter grafikasi fanida talaba detalning tekislikdagi chizmasi bilan uning fazoviy shakli o‘rtasidagi bog‘lanishni anglay olishi zarur. Chizmani o‘qishda buyum shaklini tasavvur qilish, bir ko‘rinishda berilgan ma’lumotni boshqa ko‘rinish bilan bog‘lash va grafik tasvirning to‘g‘riligini tekshirish kabi aqliy amallar bajariladi. S.A. Sorby uch o‘lchamli obyektlarni tasavvur qilish va fikran aylantirish qobiliyati muhandislik ta’limida muhim o‘rin tutishini qayd etgan [1, 459-b.]. Demak, grafik dasturda buyruqlarni bajarishni o‘rgatish talabaning fazoviy tasavvurini rivojlantirish vazifasi bilan birga olib borilishi lozim.

Grafik fanlarni o‘zlashtirishda talabalarning boshlang‘ich tayyorgarligi bir xil bo‘lmaydi. M. Milne va hammualliflar o‘rgangan muhandislik ta’limi tajribasida ayrim talabalar uch o‘lchamli obyektni ikki o‘lchamli chizmaga aylantirishda qiyinchilikka duch kelgani ko‘rsatilgan [2, PDFning 2-b.]. Bu holat 2D chizma va 3D model bilan ishlashni o‘zaro bog‘liq topshiriqlar orqali tashkil etish zarurligini ko‘rsatadi.

AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlari muhandislik va kompyuter grafikasi mashg‘ulotlarida ana shunday topshiriqlarni tashkil etish uchun qo‘llanishi mumkin. Mazkur maqolada AutoCADdan detalning ikki o‘lchamli chizmasini yaratish va tahrirlashda, KOMPAS-3Ddan esa shu detalning uch o‘lchamli modelini qurish hamda model asosida ko‘rinishlarni hosil qilishda foydalanish taklif etiladi. Dasturlarning vazifalari shu tarzda bog‘langanda talaba dastlabki chizma, model va modeldan olingan tasvirlarni qiyoslash imkoniga ega bo‘ladi.

Dasturlardan **integratsiyalashgan foydalanish** deganda ularni bir mashg‘ulot davomida ketma-ket ishga tushirishning o‘zi tushunilmaydi. Bunda har bir dasturda bajarilgan ish navbatdagi grafik vazifa uchun asos bo‘lishi kerak. Masalan, talaba detalning ko‘rinishlarini chizadi, chizma bo‘yicha model quradi, modeldan qayta olingan ko‘rinishlarni dastlabki chizma bilan solishtiradi va aniqlangan nomuvofiqlik sababini izohlaydi. Ushbu ketma-ketlik grafik natijani yaratish bilan birga, uni mustaqil tekshirishni ham o‘quv faoliyatiga kiritadi.

Bunday yondashuvda raqamli model ko‘rgazmali vosita bo‘lib qolmaydi; u talabaning fazoviy yechimini sinash vositasiga aylanadi. Milne va hammualliflar tadqiqotida CAD modellari yordamida obyektlarni aylantirish, kesimlarni kuzatish va ko‘rinishlar orasidagi munosabatni o‘rganish qo‘llangani bayon etilgan [2, PDFning 3–4-b.]. Sorby tadqiqotining yakuniy tahlilida esa fazoviy ko‘nikmalarni rivojlantirishda mashq va eskiz chizishning ahamiyati alohida ko‘rsatilgan [1, 477–478-b.]. Ushbu natijalar grafik dasturlardagi ishni talabaning chizmani tahlil qilishi, eskiz tuzishi va yechimini tushuntirishi bilan bog‘lashga metodik asos beradi.

Shu bilan birga, mazkur manbalarda **aynan AutoCAD va KOMPAS-3D juftligini qo‘llash samaradorligi** tekshirilmagan. Ushbu maqolaning tadqiqot muammosi shu ikki dastur asosida 2D chizmadan 3D modelga va modeldan chizmaga qaytish jarayonini izchil o‘quv topshirig‘i sifatida qanday tashkil etishni aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning maqsadi-muhandislik va kompyuter grafikasi fanini o‘qitishda AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlaridan integratsiyalashgan foydalanish bosqichlarini ishlab chiqish, ular asosida amaliy topshiriqlarni tashkil etish hamda talabalar ishini baholash mezonlarini asoslash. Ushbu maqsadga erishish uchun dasturlarning o‘quv vazifalari belgilanadi; chizma yaratish, model qurish va natijalarni qiyoslash ketma-ketligi ishlab chiqiladi; grafik aniqlik, fazoviy moslik va xatoni tahlil qilish bo‘yicha baholash mezonlari taklif etiladi.

Adabiyotlar tahlili va muammoning o‘rganilganlik darajasi. Muhandislik grafikasi bo‘yicha tadqiqotlarda fazoviy tasavvur, chizmani o‘qish va grafik yechimni yaratish o‘zaro bog‘liq ko‘nikmalar sifatida o‘rganilgan. S.A. Sorby uch o‘lchamli obyektni fikran tasavvur qilish muhandislik ta’limi uchun muhimligini ko‘rsatadi. Muallifning fazoviy ko‘nikmalarni rivojlantirishga bag‘ishlangan tadqiqotida maqsadli mashqlar natija bergani, ayniqsa eskiz chizish o‘quv faoliyatida muhim o‘rin tutgani qayd etilgan [1, 459, 477-b.]. Bundan grafik dasturlarni o‘qitishda talabaning shaklni fikran tahlil qilishi va uni mustaqil tasvirlashi ham saqlanishi kerakligi kelib chiqadi.

M. Milne, R. Morris, T. Katz va D. Covill muhandislik yo‘nalishi talabalarining 3D vizuallashtirish ko‘nikmalarini o‘rganib, ayrim talabalar real obyekt yoki uning modelidan 2D chizmaga o‘tishda qiynalishini aniqlagan [2, PDFning 2-b.]. Tadqiqotchilar talabalarni qo‘llab-quvvatlash mashg‘ulotlarida ish daftari, CADda yaratilgan hajmli modellar va fizik modellar asosidagi eskiz topshiriqlarini birgalikda qo‘llagan. CAD modellarini aylantirish, ularda kesimlarni ko‘rish va turli ko‘rinishlarni qiyoslash mashqlari tadqiqot metodikasining bir qismi bo‘lgan [2, PDFning 3–4-b.]. Ushbu tajriba raqamli modeldan ko‘rish vositasi sifatida foydalanish bilan birga, talabaga tasvirlar orasidagi bog‘lanishni mustaqil aniqlatish zarurligini ko‘rsatadi.

Mazkur tadqiqotda boshlang‘ich diagnostika ham alohida ahamiyat kasb etadi. Milne va hammualliflar fazoviy tasavvur bo‘yicha test orqali qo‘shimcha yordamga ehtiyoji bor talabalarni aniqlagan, keyin ular bilan turli mashqlarni bajargan [2, PDFning 2–3-b.]. Bu tajriba muhandislik va kompyuter grafikasi darslarida barcha talabaga bir xil murakkablikdagi detalni darhol modellashtirishni topshirish o‘rniga, avval ularning ko‘rinishlarni o‘qish va fazoviy shaklni tiklash tayyorgarligini aniqlash maqsadga muvofiqligini asoslaydi.

Fazoviy ko‘nikmalar ahamiyati grafik fanlar doirasi bilan ham cheklanmaydi. S.A. Sorby, G. Duffy, N. Loney va L. Perez muhandislik talabalarida fazoviy ko‘nikma ko‘rsatkichlari bilan masalalarni yechish natijalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rgangan [3, PDFning 1-b.]. Ularning tadqiqoti aynan grafik dasturlarni qiyoslamaydi. Shunga qaramay, u fazoviy fikrlashni muhandislik tayyorgarligining alohida o‘quv natijasi sifatida baholash uchun asos beradi.

Tahlil qilingan ishlarda ikki metodik holat kuzatiladi. Birinchidan, 2D tasvir bilan 3D obyekt orasidagi o‘tish talabalar uchun mustaqil o‘rganilishi va mashq qilinishi kerak bo‘lgan faoliyatdir [1, 459-b.; 2, PDFning 2-b.]. Ikkinchidan, raqamli modellar fazoviy shaklni tekshirishga yordam bersa-da, ularni eskiz, chizma va yechimni izohlash topshiriqlari bilan bog‘lash lozim [1, 477-b.; 2, PDFning 3–4-b.]. Demak, dasturdagi amallarni bajarish tezligi talabaning buyum tuzilishini tushunganini baholash uchun yagona mezon bo‘la olmaydi.

Ushbu maqolada ko‘rib chiqilayotgan metodik vazifa shu xulosalardan kelib chiqadi: **AutoCADda bajarilgan 2D chizma bilan KOMPAS-3Dda qurilgan modelni yagona topshiriqning o‘zaro tekshiriladigan bosqichlariga aylantirish.** Talaba avval detalni tahlil qiladi va chizadi; keyin chizmasi asosida model yaratadi; modeldan hosil qilingan ko‘rinishlarni dastlabki chizma bilan solishtirib, farqlarni izohlaydi. Adabiyotlarda asoslangan fazoviy mashqlar va CAD modellaridan foydalanish tajribasi mazkur ketma-ketlikni ishlab chiqishga tayanch bo‘ladi. AutoCAD va KOMPAS-3Dning aynan shu ketma-ketlikdagi qo‘llanishi esa maqolada taklif etilayotgan **mualliflik metodik yechimi** sifatida bayon qilinadi; uning samaradorligi haqida xulosa chiqarish uchun alohida tajriba natijalari talab etiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda muhandislik va kompyuter grafikasi fanining amaliy mashg‘ulotlari uchun bitta detalning 2D chizmasi va 3D modeli ustida izchil ishlash yondashuvi taklif etiladi. Metodikaning asosiy g‘oyasi shundan iboratki, talaba AutoCAD va KOMPAS-3Dda alohida, bir-biriga bog‘lanmagan ishlarni bajarmaydi. Har bir bosqichda olingan natija keyingi bosqich uchun boshlang‘ich material, yakunda esa o‘z yechimini tekshirish vositasi bo‘lib xizmat qiladi.

Metodikani ishlab chiqishda fazoviy tasavvurga oid tadqiqotlarning ikki xulosasi hisobga olindi: obyekt va uning tekislikdagi tasviri orasidagi o‘tish talaba uchun alohida qiyinchilik tug‘dirishi mumkin [2, PDFning 2-b.]; eskiz chizish hamda fazoviy shakl ustida maqsadli mashq qilish ushbu ko‘nikmani rivojlantirishda ahamiyatga ega [1, 477-b.] Shu asosda dasturlardan foydalanishdan avval buyum shaklini tahlil qilish, dasturlardagi ish yakunida esa hosil qilingan tasvirlarni qiyoslash bosqichlari kiritildi.

Metodikaning bosqichlari

Bosqich	Talabaning o‘quv harakati	Qo‘llanadigan vosita	Kutiladigan natija
1. Dastlabki tahlil	Detalning asosiy shakli, teshiklari, o‘lchamlari va simmetriyasini aniqlaydi; qo‘lda sodda eskiz chizadi	Detal namunasi yoki yaqqol tasvir	Model qurishdan oldin shakl haqida dastlabki tasavvur
2. 2D chizma	Zarur ko“rinishlarni tanlaydi, ularni o‘zaro muvofiq joylashtiradi, o‘lchamlarni kiritadi	AutoCAD	Detalning dastlabki texnik chizmasi
3. 3D model	2D chizmaga tayanib detalning hajmli modelini quradi	KOMPAS-3D	Chizmada ifodalangan shaklning raqamli modeli
4. Teskari tekshiruv	Modeldan ko‘rinishlar yoki zarur qirqimni hosil qiladi	KOMPAS-3D	Dastlabki chizma bilan qiyoslash uchun tasvirlar
5. Qiyoslash va tuzatish	Dastlabki chizma va modeldan olingan tasvirlar orasidagi farqlarni aniqlaydi, sababini izohlaydi	Har ikki dastur, baholash varaqasi	Tuzatilgan chizma va asoslangan grafik yechim

Birinchi bosqichda talabaga murakkab bo‘lmagan detal beriladi. O‘qituvchi tayyor chizma yechimini ko‘rsatishdan oldin talabaning detalni mustaqil kuzatishi uchun vaqt ajratadi. Talaba asosiy geometrik shakllarni, birikuvchi qismlarni, teshik va o‘yiqlarning joylashuvini aniqlaydi. Qisqa eskiz keyingi kompyuter ishiga tayyorgarlik vazifasini bajaradi: u talabaning detal haqida qanday tasavvur hosil qilganini ko‘rsatadi.

Ikkinchi bosqichda talaba AutoCADda detalning ko‘rinishlarini chizadi. Bu yerda asosiy e’tibor buyruqlar soniga emas, ko‘rinishlarning to‘g‘ri tanlanishi va o‘zaro mosligiga qaratiladi. Masalan, old ko‘rinishda ko‘rsatilgan teshik ust ko‘rinishda qanday aks etishi yoki yashirin qirra qaysi tasvirda berilishi kerakligi talaba tomonidan izohlanadi. Chizma tugagach, talaba uni keyingi bosqichda model qurish uchun yetarli deb hisoblashining sababini qisqacha yozadi.

Uchinchi bosqichda AutoCADda tayyorlangan chizma KOMPAS-3Dda model qurish uchun geometrik asos boʻladi. Talaba boshlangʻich eskizni yaratadi, detalning asosiy hajmini hosil qiladi va qoʻshimcha shakl elementlarini ketma-ket quradi. Ushbu jarayonda chizmada koʻrsatilmagan yoki noaniq berilgan geometrik belgi uchrasa, talaba uni taxmin bilan toʻldirib ketmaydi: dastlabki chizmaga qaytib, ma'lumotni tekshiradi. Bu harakat chizmaning aniqligi model qurish jarayonida sinab koʻrilishini ta'minlaydi.

Toʻrtinchi bosqichda tayyor modeldan asosiy koʻrinishlar va topshiriq talab qilsa, qirqim olinadi. Modelni turli tomondan kuzatish talabaning detal shakli haqidagi tasavvurini tekshirishga yordam beradi. CAD modellarida obyektni aylantirish, kesimlarni kuzatish va koʻrinishlar orasidagi munosabatni oʻrganish boshqa tadqiqotlarda ham qoʻllangan [2, PDFning 3-b.]. Biroq mazkur metodikada bu amallar aniq vazifaga — **dastlabki chizmani tekshirishga** xizmat qiladi.

Beshinchi bosqichda talaba ikki turdagi tasvirni qiyoslaydi: AutoCADda oʻzi tayyorlagan chizma va KOMPAS-3D modelidan olingan koʻrinishlar. Aniqlangan farqlar quyidagi savollar yordamida tahlil qilinadi: qaysi qirra yoki shakl elementi mos kelmadi; xato chizmada, modelda yoki ikkalasida ham bormi; xatoni tuzatish uchun qaysi bosqichga qaytish kerak? Talaba tuzatishni bajargach, yakuniy chizma va modelni taqdim etadi.

Metodikani «Detalning koʻrinishlari va uch oʻlchamli modelini yaratish» mavzusidagi amaliy mashgʻulotda qoʻllash mumkin. Talabaga toʻgʻri burchakli asos, bitta silindrsimon teshik va bitta pogʻonali qismdan iborat detalning yaqqol tasviri beriladi. Topshiriq quyidagi natijalarni talab qiladi:

1. Detalning asosiy shakl elementlarini ajratib, qoʻlda sodda eskiz chizish.
2. Zarur koʻrinishlarni tanlash va AutoCADda 2D chizma tayyorlash.
3. Chizma asosida KOMPAS-3Dda model qurish.
4. Modeldan koʻrinishlarni hosil qilish va dastlabki chizma bilan qiyoslash.
5. Topilgan kamida bitta moslikni yoki nomuvofiqlikni grafik dalil bilan izohlash.

Topshiriqning murakkabligi talabalarning tayyorgarligiga qarab oʻzgartiriladi. Boshlangʻich darajada koʻrinishlar soni va detal elementlari kamaytiriladi; yuqoriroq darajada qirqim, murakkab oʻyiq yoki bir nechta geometrik element qoʻshiladi. Bunda baholash mezonlari bir xil mazmunda saqlanadi, topshiriqning geometrik murakkabligi esa farqlanadi[4–11].

Talabaning ishi dastur buyruqlarini bajargani bilangina baholanmaydi. Yakuniy mahsulot va uni yaratish jarayoni quyidagi mezonlar asosida koʻrib chiqiladi:

Mezon	Baholanadigan dalil
Grafik aniqlik	Koʻrinishlar, qirralar va oʻlchamlarning chizmada toʻgʻri aks etishi
Fazoviy moslik	2D chizma bilan 3D model geometriyasining bir-biriga muvofiqligi
Ish ketma-ketligi	Eskiz, chizma, model va tekshiruv bosqichlarining izchil bajarilishi
Mustaqil tahlil	Talabaning koʻrinish tanlovi va model qurish qarorini tushuntira olishi
Xatoni tuzatish	Nomuvofiqlikni topishi, sababini aniqlashi va tegishli bosqichda tuzatishi

Baholash varaqasida har bir mezon boʻyicha 0–2 ball qoʻllash taklif etiladi: 0 ball — amal bajarilmagan yoki natija notoʻgʻri; 1 ball — qisman toʻgʻri, oʻqituvchi yordami bilan bajarilgan; 2 ball — toʻgʻri va mustaqil bajarilgan. Umumiy eng yuqori natija **10 ball**ni tashkil etadi. Bu shkala maqolada taklif etilayotgan metodik vosita boʻlib, uning diagnostik ishonchliligi alohida sinov orqali tekshirilishi kerak.

Shunday qilib, metodikada dasturlarning vazifasi bir-biriga ulanadi: AutoCADda tayyorlangan chizma model qurish uchun asos boʻladi, KOMPAS-3Dda yaratilgan model esa chizmani qayta tekshirishga yordam beradi. Talabaning oʻquv natijasi tayyor fayllar bilan birga, **chizma va model orasidagi bogʻlanishni izohlash hamda aniqlangan xatoni tuzatish qobiliyati** orqali namoyon boʻladi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Tadqiqot natijasida AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlaridan foydalanishga asoslangan besh bosqichli oʻquv ketma-ketligi ishlab chiqildi: detalni tahlil qilish va eskizlash, AutoCADda 2D chizma tayyorlash, chizma asosida KOMPAS-3Dda model qurish, modeldan koʻrinishlar olish hamda

ikki dasturda hosil qilingan tasvirlarni qiyoslab tuzatish. Ushbu ketma-ketlikning asosiy natijasi — talabaning chizmasi va modeli oʻzaro tekshiriladigan yagona topshiriq tarkibiga kiritilganidir.

Metodikada 2D chizma tayyor mahsulot sifatida emas, model qurish uchun geometrik axborot manbai sifatida ishlatiladi[14]. Talaba KOMPAS-3Dda model yaratayotganda teshikning joylashuvi, pogʻonaning balandligi yoki qirralar shakliga oid maʼlumot yetishmasligini aniqlashi mumkin. Bunday vaziyatda u AutoCADdagi chizmasiga qaytib, noaniqlik sababini tekshiradi. Shunday qilib, modellashtirish jarayoni chizmaning toʻliqligini amalda sinash imkonini beradi.

Modeldan qayta olingan koʻrinishlarni dastlabki chizma bilan solishtirish ham muhim natijadir. Masalan, talaba dastlabki chizmada teshikni bir koʻrinishda notoʻgʻri joylashtirgan boʻlsa, modeldan hosil qilingan tasvirda bu nomuvofiqlik koʻrinadi. Farqni topishning oʻzi yetarli emas: talaba uning chizma tuzishdagi xatodanmi yoki modelni qurishdagi qarordanmi kelib chiqqanini izohlashi kerak. Shu tariqa topshiriq grafik xatoni aniqlash, sababini tushuntirish va tegishli bosqichda tuzatish harakatlarini birlashtiradi.

Taklif etilgan yondashuv adabiyotlarda qayd etilgan ayrim oʻquv qiyinchiliklariga metodik javob beradi. Jumladan, M. Milne va hammualliflar 3D obyekt bilan 2D tasvir orasida oʻtish ayrim talabalar uchun murakkabligini koʻrsatgan [2, PDFning 2-b.]. Mazkur metodikada bu oʻtish faqat namoyish etilmaydi: talaba uni chizma yaratish, model qurish va koʻrinishlarni qayta olish orqali oʻzi bajaradi. S.A. Sorby taʼkidlagan eskiz chizish va maqsadli fazoviy mashqlar [1,477-b.] ham kompyuterdagi ishning boshlangʻich bosqichiga kiritilgan.

Metodikaning yana bir natijasi baholash mazmuniga taalluqlidir. Besh mezon — grafik aniqlik, fazoviy moslik, ish ketma-ketligi, mustaqil tahlil va xatoni tuzatish — talabaning faqat yakuniy faylini emas, grafik yechimni qanday hosil qilganini ham koʻrib chiqishga xizmat qiladi. Har bir mezon uchun 0–2 ballik shkala qoʻllanganda talabaning qaysi bosqichda yordamga ehtiyoji borligini qayd etish mumkin. Masalan, chizma va model geometrik jihatdan mos boʻlsa-yu, talaba koʻrinish tanlovini tushuntira olmasa, baholash varaqasida aynan mustaqil tahlil boʻyicha kamchilik aks etadi.

Muhokama jarayonida metodikaning qoʻllanish chegarasini ham belgilash zarur. Maqolada keltirilgan bosqichlar va baholash mezonlari **metodik taklif** hisoblanadi. Hozircha tajriba va nazorat guruhlarining natijalari, talabalar ishlari boʻyicha yigʻilgan ballar yoki statistik tekshiruv maʼlumotlari taqdim etilmagan. Shu sababli mazkur maqola asosida metodika talabalarning fazoviy tasavvuri yoki oʻzlashtirish koʻrsatkichlarini muayyan foizga oshirgan, degan xulosa chiqarib boʻlmaydi.

Metodikaning samaradorligini keyingi tadqiqotda tekshirish uchun mashgʻulot boshida va oxirida bir xil mezonlar asosida tuzilgan, murakkabligi qiyoslanadigan grafik topshiriqlarni qoʻllash maqsadga muvofiq. Talabalarning 2D chizmadan 3D shaklni tiklash, modeldan koʻrinishlarni aniqlash va nomuvofiqlik sababini tushuntirish natijalari alohida qayd etilishi kerak. Tajriba va nazorat guruhlari mavjud boʻlsa, ularning boshlangʻich tayyorgarligi ham hisobga olinadi. Bunday maʼlumotlar metodikaning amaliy taʼsiri haqida dalillarga asoslangan xulosa chiqarish imkonini beradi.

Demak, tadqiqotning hozirgi bosqichdagi natijasi AutoCAD va KOMPAS-3D vazifalarini bitta grafik muammoni yechishga yoʻnaltirgan oʻquv ketma-ketligi, namunaviy topshiriq va baholash mezonlaridan iborat. Uning amaliy samaradorligini tasdiqlash esa keyingi tajriba-sinov ishlarining vazifasidir.

Xulosa. Muhandislik va kompyuter grafikasi fanida AutoCAD va KOMPAS-3D dasturlaridan integratsiyalashgan foydalanish talabaning 2D chizma bilan 3D model oʻrtasidagi bogʻlanishni amaliy faoliyat orqali oʻrganishiga yoʻnaltiriladi. Maqolada taklif etilgan metodika detalni tahlil qilish va eskizlash, AutoCADda chizma tayyorlash, shu chizma asosida KOMPAS-3Dda model qurish, modeldan koʻrinishlar olish hamda tasvirlarni qiyoslab tuzatish bosqichlarini birlashtiradi.

Metodikaning muhim jihati shundaki, talaba chizma va modelni alohida topshiriqlar sifatida bajarmaydi. Chizma model qurish uchun asos boʻladi, modeldan olingan koʻrinishlar esa dastlabki chizmaning aniqligi va toʻliqligini tekshirishga xizmat qiladi. Aniqlangan nomuvofiqlik sababini izohlash va tuzatish talabaning grafik yechimini asoslash koʻnikmasini baholash imkonini beradi.

Talaba ishini baholash uchun grafik aniqlik, fazoviy moslik, ish ketma-ketligi, mustaqil tahlil va xatoni tuzatish mezonlari taklif etildi. Ushbu mezonlar yakuniy chizma va model bilan birga, ularni yaratish jarayonidagi oʻquv harakatlarini ham hisobga olishga yordam beradi.

Maqolada bayon qilingan natijalar **metodik ishlanma** xususiyatiga ega. AutoCAD va KOMPAS-3Ddan shu tartibda foydalanishning oʻquv natijalariga taʼsiri haqida xulosa chiqarish uchun taklif etilgan topshiriq va baholash mezonlarini amaliy mashgʻulotlarda sinovdan oʻtkazish, boshlangʻich va yakuniy natijalarni qiyoslash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sorby S. A. Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students // International Journal of Science Education. — 2009. — Vol. 31, No. 3. — P. 459–480. — DOI: 10.1080/09500690802595839.

2. Milne M., Morris R., Katz T., Covill D. Assessing the 3D Visualisation Skills of Engineering Students and Developing Techniques for Support // Proceedings of the 14th International Conference on Engineering and Product Design Education. — Antwerp, 2012. — Maqola matni.

3. Sorby S. A., Duffy G., Loney N., Perez L. Spatial Skills and Their Correlation with Engineering Problem-Solving // Proceedings of the 29th Australasian Association for Engineering Education Conference. — Hamilton, 2018. — Maqola matni.

4. Sorby S., Veurink N., Streiner S. Does Spatial Skills Instruction Improve STEM Outcomes? The Answer Is «Yes» // Learning and Individual Differences. — 2018. — Vol. 67. — P. 209–222. — DOI: 10.1016/j.lindif.2018.09.001.

5. Sorby S. A., Duffy G., Loney N. An Examination of the Role of Spatial Ability in the Process of Problem Solving in Chemical Engineering // Australasian Journal of Engineering Education. — 2020. — DOI: 10.1080/22054952.2020.1785653.

6. Uttal D. H., Meadow N. G., Tipton E. va boshqalar. The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies // Psychological Bulletin. — 2013. — Vol. 139, No. 2. — P. 352–402. — DOI: 10.1037/a0028446.

7. Martín-Dorta N., Saorín J. L., Contero M. Development of a Fast-Remedial Course to Improve the Spatial Abilities of Engineering Students // Journal of Engineering Education. — 2008. — Vol. 97, No. 4. — P. 505–513. — DOI: 10.1002/j.2168-9830.2008.tb00996.x.

8. Martín-Gutiérrez J., Saorín J. L., Contero M. va boshqalar. Design and Validation of an Augmented Book for Spatial Abilities Development in Engineering Students // Computers & Graphics. — 2010. — Vol. 34, No. 1. — P. 77–91. — DOI: 10.1016/j.cag.2009.11.003.

9. Gómez-Tone H. C., Martin-Gutierrez J., Valencia Anci L., Mora Luis C. E. International Comparative Pilot Study of Spatial Skill Development in Engineering Students through Autonomous Augmented Reality-Based Training // Symmetry. — 2020. — Vol. 12, No. 9. — Article 1401. — DOI: 10.3390/sym12091401.

10. Duffy G., Farrell S., Harding R. va boshqalar. The Effects of Spatial Skills and Spatial Skills Training on Academic Performance in STEM Education // Proceedings of the 6th Research in Engineering Education Symposium. — Dublin, 2015. — DOI: 10.21427/D7PR68.

11. Gómez-Tone H. C., Martin-Gutierrez J., Bustamante-Escapa J., Bustamante-Escapa P. Spatial Skills and Perceptions of Space: Representing 2D Drawings as 3D Drawings inside Immersive Virtual Reality // Applied Sciences. — 2021. — Vol. 11, No. 4. — Article 1475. — DOI: 10.3390/app11041475.

12. Autodesk. AutoCAD: dastur imkoniyatlari haqida rasmiy ma’lumot. — Rasmiy sahifa (murojaat sanasi: 19.09.2026).

13. АСКОН. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D: возможности программы. — Rasmiy sahifa (murojaat sanasi: 19.09.2026).