



## AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarining muhandislik grafikasi fanini o'qitishdagi ahamiyati

**Rashidov Furqat  
Abdalim o'g'li**

*Samarqand davlat pedagogika institute  
"Tasviriy san'at va texnologik ta'lim" kafedrası  
assistenti.*

Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarining muhandislik grafikasi fanini o'qitishdagi didaktik, metodik va amaliy ahamiyati tahlil qilinadi. Zamonaviy muhandislik ta'limida talabalar faqat chizma chizish ko'nikmasini emas, balki texnik obyektни fazoda tasavvur qilish, uni ikki o'lchamli proyeksiyalar orqali ifodalash, uch o'lchamli modelga aylantirish, chizma hujjatlarini standart asosida rasmiylashtirish va raqamli loyiha muhiti bilan ishlash kompetensiyalarini egallashi zarur. AutoCAD dasturi aniq 2D chizmachilik va 3D modellashtirish imkoniyatlariga ega CAD vositasi sifatida muhandislik grafikasi fanining mazmunini an'anaviy chizmachilikdan raqamli loyihalash bosqichiga olib chiqadi. Autodesk rasmiy ma'lumotlarida AutoCAD aniq 2D va 3D chizma, loyihalash va modellashtirish, jumladan, solid, surface va mesh obyektlar bilan ishlash imkonini beruvchi dastur sifatida tavsiflanadi. Maqolada 2D va 3D modellashtirishning o'zaro bog'liqligi, ularning fazoviy tasavvur, grafik savodxonlik, loyiha tafakkuri va kasbiy kompetensiyani shakllantirishdagi o'rni ilmiy asoslanadi. Tadqiqot natijasida AutoCAD asosida muhandislik grafikasi fanini o'qitish uchun "2D chizma — fazoviy tahlil — 3D model — 2D hujjatlashtirish — layout — elektron portfolio — og'zaki himoya" ketma-ketligiga asoslangan metodik model taklif etiladi. Mazkur model talabalarning mavzuni mexanik bajarish emas, balki obyekt shakli, o'lchami, konstruktiv tuzilishi va texnik vazifasini tushungan holda grafik ifodalashiga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:**

AutoCAD, 2D modellashtirish, 3D modellashtirish, muhandislik grafikasi, CAD texnologiyasi, fazoviy tasavvur, texnik chizma, raqamli loyihalash, proyeksion chizmachilik, grafik kompetensiya, solid model, layout, loyiha asosida o'qitish.

### Kirish

Bugungi kunda oliy ta'lim muassasalarida muhandislik yo'nalishlari bo'yicha mutaxassislar tayyorlash jarayoni raqamli texnologiyalar, avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari, 3D modellashtirish, texnik hujjatlashtirish va virtual loyiha muhitlari bilan bevosita bog'liq bo'lib bormoqda. Ayniqsa, "Muhandislik grafikasi", "Chizma geometriya", "Kompyuter grafikasi", "Mashinasozlik chizmachiligi",

“Qurilish chizmachiligi”, “Texnik loyihalash asoslari” kabi fanlar mazmunida AutoCAD dasturidan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi. Chunki muhandislik grafikasi fani faqat chiziq, aylana, kesma, qirqim va proyeksiya chizishni o‘rgatuvchi fan emas, balki bo‘lajak muhandisning fazoviy fikrlashini, konstruktorlik mantiqini, obyekt shaklini tahlil qilish qobiliyatini, texnik hujjat bilan ishlash madaniyatini va kasbiy grafik savodxonligini shakllantiruvchi fundamental fan hisoblanadi. An’anaviy chizmachilik jarayonida talaba qog‘oz, qalam, chizg‘ich va sirkul yordamida obyektning ikki o‘lchamli tekislikda ifodalashni o‘rgangan bo‘lsa, zamonaviy sharoitda u shu obyektning avval 2D proyeksiyalar orqali tahlil qilishi, keyin 3D model shaklida qurishi, zarur hollarda 3D modeldan qayta 2D texnik hujjat hosil qilishi va yakuniy chizmani elektron formatda rasmiylashtirishi talab etiladi. AutoCAD aynan shu jarayonni ta’limda bosqichma-bosqich tashkil etish imkonini beradi. Dasturda 2D muhit talabaning proyeksion chizmachilik, o‘lcham qo‘yish, qirqim-kesim, chiziq turlari, qatlamlar, matn va standart rasmiylashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirsa, 3D muhit obyektning hajmli tasavvur qilish, fazodagi shaklni aylantirib ko‘rish, detal qismlarining o‘zaro joylashuvini tushunish, konstruktiv yechimni tekshirish va chizma bilan model o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglashga yordam beradi. Autodesk’ning AutoCAD bo‘yicha rasmiy o‘quv materiallarida model to‘liq o‘lchamda yaratilgandan so‘ng paper space/layout muhitida masshtabli ko‘rinishlar hosil qilish, annotatsiya, o‘lcham va yozuvlar kiritish hamda chizmani qog‘ozga yoki PDF ko‘rinishida chiqarish tartibi alohida ko‘rsatiladi. Bu ta’lim jarayonida muhim jihatlarni ochadi: AutoCAD’ni o‘qitish buyruqlarini yodlatish emas, balki modelni standart texnik hujjatga aylantirish madaniyatini shakllantirishdir. Mavzuning dolzarbligi shundaki, ko‘plab amaliy mashg‘ulotlarda AutoCAD hali ham alohida buyruqlarni bajarish, tayyor shaklni chizish yoki o‘qituvchi ko‘rsatmasini takrorlash darajasida qolmoqda. Bunday yondashuv talabani real muhandislik vazifasiga yetarli tayyorlamaydi. Real kasbiy faoliyatda esa muhandisdan obyektning ko‘rish, tahlil qilish, o‘lchamlarini asoslash, konstruktiv qismlarini farqlash, 2D va 3D ifodalar o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushunish, loyiha hujjatini boshqa mutaxassisga tushunarli ko‘rinishda topshirish talab qilinadi. Demak, AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarining muhandislik grafikasi fanini o‘qitishdagi ahamiyatini ilmiy-metodik tahlil qilish zarur. Tadqiqotning maqsadi AutoCAD muhitida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarining muhandislik grafikasi fanidagi o‘rnini aniqlash, ularning talabalarda fazoviy tasavvur, grafik kompetensiya va raqamli loyihalash ko‘nikmalarini shakllantirishdagi rolini asoslash hamda o‘quv jarayonida samarali qo‘llashning metodik modelini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqotning ilmiy yangiligi 2D va 3D modellashtirishni alohida-alohida o‘rgatiladigan texnik ko‘nikma sifatida emas, balki “fazoviy obyektning grafik fikrlash orqali idrok etish — ikki o‘lchamli proyeksiyalarda ifodalash — uch o‘lchamli modelda tekshirish — modeldan standart chizma hujjati olish” jarayoni sifatida talqin qilishda namoyon bo‘ladi.

### **Metodologiya**

Tadqiqot metodologiyasi tizimli yondashuv, ilmiy-metodik tahlil, taqqoslash, pedagogik loyihalash, kompetensiyaviy yondashuv, amaliy-grafik topshiriqlarni modellashtirish va AutoCAD dasturining 2D hamda 3D imkoniyatlarini o‘quv jarayoniga tatbiq etish tajribasini umumlashtirishga asoslandi. Avvalo, muhandislik

grafikasi fanining an'anaviy mazmuni tahlil qilindi: nuqta, to'g'ri chiziq, tekislik, geometrik jismlar, proyeksiyalar, aksonometriya, qirqim, kesim, detal chizmasi, yig'ma chizma, o'lcham qo'yish, chiziq turlari, asosiy yozuv va chizma rasmiylashtirish kabi mavzular o'quv jarayonida qanday ketma-ketlikda berilishi o'rganildi. Keyingi bosqichda AutoCAD dasturining 2D imkoniyatlari mazkur mavzular bilan bog'landi: Line, Polyline, Circle, Arc, Offset, Trim, Extend, Fillet, Chamfer, Hatch, Dimension, Text, Multileader, Layer, Block, Layout, Plot kabi buyruq va vositalar faqat texnik amal sifatida emas, balki muayyan didaktik vazifani bajaruvchi o'quv elementi sifatida qaraldi. Masalan, Layer buyrug'i chizma elementlarini tartibga solish, chiziq turlarini standartlashtirish va talaba ishini professional fayl sifatida shakllantirishga xizmat qilsa, Dimension va Multileader buyruqlari talabanning chizmani o'qish va tushuntirish madaniyatini rivojlantiradi. Shundan so'ng 3D modellashtirish vositalari — Extrude, Presspull, Revolve, Sweep, Loft, Union, Subtract, Intersect, Fillet Edge, Chamfer Edge, Section Plane, Visual Style, UCS, ViewCube, Orbit kabi funksiyalar muhandislik grafikasi fanining fazoviy tasavvur bilan bog'liq mavzulariga integratsiya qilindi. Tadqiqotda 2D va 3D modellashtirishni o'qitish uchun uch bosqichli metodik yondashuv taklif etildi. Birinchi bosqichda talabalar 2D chizma orqali obyektning asosiy geometriyasini, proyeksion bog'lanishini, chiziq turlarini, o'lcham va belgilarini o'zlashtiradi. Ikkinchi bosqichda shu obyekt asosida 3D model quriladi, ya'ni talaba tekis chizmadagi kontur, kesim yoki profilning fazodagi hajmga aylanishini ko'radi. Uchinchi bosqichda 3D modeldan qayta 2D hujjat, qirqim, ko'rinish yoki layout rasmiylashtiriladi. Autodesk rasmiy hujjatlarida AutoCAD model documentation funksiyasi AutoCAD va Autodesk Inventor 3D modellaridan assotsiativ 2D chizmalar hosil qilish imkonini berishi qayd etilgan. Bu metodik jihatdan nihoyatda muhim, chunki talaba 2D chizma va 3D model alohida dunyo emas, balki bitta muhandislik obyektining ikki xil grafik ifodasi ekanini tushunadi. Tadqiqotda fazoviy tasavvurni baholash va rivojlantirish masalasi ham alohida ko'rib chiqildi. Sheryl Sorby tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda 3D fazoviy ko'nikmalar muhandislik va tabiiy fanlar sohasidagi muvaffaqiyat uchun muhim omil sifatida ko'rsatilgan. Shuningdek, muhandislik chizmachiligi kursida qo'l chizmasi, 2D CAD va 3D CAD bo'limlari bilan fazoviy vizualizatsiya qobiliyati o'rtasidagi bog'liqlikni o'rgangan tadqiqotlar mavjud. Shu asosda maqolada AutoCAD asosidagi o'quv mashg'ulotlari talabanning fazoviy tasavvurini rivojlantirish uchun quyidagi metodik ketma-ketlikda tashkil etilishi lozimligi belgilandi: avval oddiy geometrik jismlarning uch proyeksiyasini chizish, so'ng ularning aksonometrik ko'rinishini qurish, keyin AutoCAD'da 3D model yaratish, oxirida shu modeldan 2D chizma hujjatini tayyorlash. Baholash mezonlari sifatida geometrik aniqlik, proyeksion bog'lanish, qatlamlardan foydalanish, 3D modelning konstruktiv to'g'riligi, o'lchamlarning to'liqligi, layout rasmiylashtiruvi, PDF eksport sifati, DWG faylning tartibli tuzilishi va talabanning bajarilgan ishni og'zaki izohlab berish qobiliyati tanlandi.

### **Natijalar**

Tadqiqot natijasida AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarining muhandislik grafikasi fanini o'qitishdagi ahamiyati bir nechta asosiy yo'nalishda namoyon bo'lishi aniqlandi. Birinchidan, 2D modellashtirish

talabaning chizma standartlari, proyeksion tafakkur, o'lcham qo'yish, chiziq turlarini farqlash, qirqim va kesimlarni bajarish, texnik hujjatni o'qish va rasmiylashtirish bo'yicha bazaviy kompetensiyasini shakllantiradi. Muhandislik grafikasi fanida 2D chizma hali ham asosiy texnik til bo'lib qolmoqda, chunki ishlab chiqarish, qurilish va mashinasozlik hujjatlarida ko'plab ma'lumotlar aynan ikki o'lchamli chizma orqali beriladi. AutoCAD'ning 2D vositalari bu jarayonni ancha aniq, tezkor va tahrirlashga qulay qiladi. Talaba obyektning konturini chizish, yordamchi chiziqlardan foydalanish, ortogonal rejimda ishlash, aniq koordinatalar kiritish, o'lchamlarni assotsiativ qo'yish va qatlamlar orqali elementlarni boshqarishni o'rganadi. Ikkinchidan, 3D modellashtirish talabaning fazoviy tasavvurini rivojlantiradi. An'anaviy chizmachilikda ko'plab talabalar uch proyeksiyadan real fazoviy jismni tasavvur qilishda qiynaladi; ayniqsa, qirqimlar, teshiklar, ichki bo'shliqlar, egri sirtlar va murakkab konstruktiv elementlar bilan ishlashda bu muammo kuchayadi. AutoCAD'ning 3D muhiti esa obyektни aylantirib ko'rish, kesib ko'rish, turli vizual uslublarda ko'rsatish, modelni qattiq jism sifatida qurish va uning fazoviy tuzilishini tahlil qilish imkonini beradi. Bu o'quvchi yoki talaba uchun "chizma nima uchun shunday ko'rinadi?" degan savolga ko'rish orqali javob beradi. Uchinchidan, 2D va 3D modellashtirish integratsiyasi muhandislik grafikasi fanini nazariy fan emas, balki loyiha yechimi faniga aylantiradi. Masalan, talaba val, flanes, kronshteyn, podshipnik qopqog'i, listli detal yoki qurilish tugunining avval 2D proyeksiyalarini bajaradi, keyin shu proyeksiyalar asosida 3D model quradi, so'ng modeldan qayta asosiy ko'rinishlar, qirqimlar va layout hujjatini oladi. Bu ketma-ketlik talabaning xatosini tez ko'rsatadi: agar 2D proyeksiyada o'lcham yoki kontur noto'g'ri berilgan bo'lsa, 3D modelda bu ziddiyat darhol ko'rinadi; agar 3D modelda konstruktiv mantiq buzilgan bo'lsa, 2D hujjatlashtirish jarayonida qirqim yoki ko'rinishlar noto'g'ri chiqadi. To'rtinchidan, AutoCAD asosidagi 2D–3D o'qitish talabalarda raqamli loyiha madaniyatini shakllantiradi. Bu madaniyat faqat dasturda chizish emas, balki fayl nomini to'g'ri yuritish, qatlamlarni standartlashtirish, bloklardan foydalanish, model space va paper space farqini tushunish, layoutda masshtabni boshqarish, PDF eksport qilish, chizmani tekshirish va elektron portfolio shaklida topshirishni ham o'z ichiga oladi. Autodesk o'quv materiallarida chizmalarni text, multileader va dimensions orqali annotatsiya qilish hamda PLOT orqali qog'ozga yoki PDF formatga chiqarish imkoniyatlari ta'kidlanadi. Beshinchidan, 2D va 3D modellashtirish o'qituvchiga differensial ta'lim tashkil etish imkonini beradi. Boshlang'ich darajadagi talabalar oddiy 2D konturlar, geometrik shakllar va o'lcham qo'yish bilan shug'ullansa, o'rta darajadagi talabalar detal chizmalari, qirqimlar va oddiy solid modellarni bajaradi; yuqori darajadagi talabalar esa murakkab yig'ma birliklar, 3D modeldan 2D hujjat olish, kesim tekisliklari, ekspluatatsion ko'rinishlar, dinamik bloklar va loyiha portfoliolari bilan ishlaydi. Oltinchidan, AutoCAD asosida muhandislik grafikasi fanini o'qitish talabalarni ishlab chiqarishdagi real jarayonga yaqinlashtiradi. Chunki zamonaviy ishlab chiqarishda detal chizmasi, 3D model, texnologik hujjat, yig'ma birlik, spetsifikatsiya va elektron loyiha fayllari bir-biri bilan bog'langan holda yuritiladi. Yetinchidan, 3D modelni o'quv jarayoniga kiritish xatolarni kamaytiradi. 2D chizmada yashirin qolgan geometrik nomuvofiqliklar, noto'g'ri qirqimlar yoki mantiqsiz o'lchamlar 3D modelda aniqroq ko'rinadi. Sakkizinchidan, AutoCAD asosidagi

topshiriqlarni elektron portfolio shaklida yig'ish talabning semestr davomida rivojlanish dinamikasini kuzatish imkonini beradi. Har bir talaba oddiy 2D shakldan murakkab 3D modelgacha bo'lgan ishlarini saqlab boradi; yakunda esa o'qituvchi natijani faqat bitta yakuniy chizma bilan emas, balki butun o'sish jarayoni bilan baholaydi. To'qqizinchidan, web asosidagi va 3D modelga tayangan o'quv vositalari 2D hamda 3D moslikni tushunishni kuchaytirishi haqida tadqiqotlarda ham qayd etilgan. Bu AutoCAD darslarida interaktiv ko'rsatmalar, ekran yozuvlari, qisqa video yo'riqnomalar, tayyor modelni tahlil qilish va xatolarni guruhda muhokama qilish kabi usullarni keng qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

### **Muhokama**

AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarini muhandislik grafikasi faniga tatbiq etishda eng katta xato — ularni faqat dasturiy buyruqlar majmuasi sifatida o'qitishdir. Bunday yondashuvda talaba Line, Circle, Trim, Extrude yoki Revolve buyruqlarini ishlata oladi, lekin nima uchun aynan shu shakl kerakligi, qaysi proyeksiya asosiy hisoblanishi, qaysi qirqim obyektini yaxshiroq ochib berishi, qaysi o'lcham funksional ahamiyatga ega ekanini yetarlicha tushunmaydi. Demak, AutoCAD'ni o'qitishning markazida buyruq emas, muhandislik vazifasi turishi kerak. Masalan, “flanes chizing” degan topshiriq yetarli emas; to'g'ri topshiriq “berilgan diametr, markaziy teshik, bolt teshiklari aylana bo'yicha joylashuvi va qalinlik asosida flanesning 2D proyeksiyasini, qirqimini, 3D solid modelini va layout hujjatini tayyorlang” shaklida bo'lishi kerak. Shunda talaba oddiy rasm emas, to'liq texnik hujjat yaratadi. Muhandislik grafikasi fanida 2D va 3D modellashtirishni integratsiyalashning yana bir muhim tomoni shundaki, u nazariya va amaliyot orasidagi masofani qisqartiradi. Chizma geometriyada o'rganilgan proyeksiyalar, tekisliklar, kesishuvlar, ko'rinishlar va qirqimlar AutoCAD'da darhol amaliy shakl oladi. Talaba nazariy tushunchani modelda ko'radi, modelni chizmaga aylantiradi, chizmadagi xatoni modelda tekshiradi. Bu o'quv jarayonini passiv tinglashdan faol loyihalashga o'tkazadi. Shu bilan birga, AutoCAD darslarini noto'g'ri tashkil qilish bir qator xavflarni keltirib chiqaradi. Birinchi xavf — talabalar tayyor fayllarni ko'chirib topshirishi. Bunga qarshi individual variantlar, og'zaki himoya, oraliq fayllar, qatlamlar tekshiruv va 3D model qurish tarixini tahlil qilish talab etiladi. Ikkinchi xavf — 3D modelga haddan tashqari berilib, 2D texnik chizma madaniyatini e'tibordan chetda qoldirish. Bu ham xato, chunki ishlab chiqarish hujjatlarida standart 2D chizma hanuz asosiy axborot tashuvchilardan biri hisoblanadi. Uchinchi xavf — chizmalar tashqi ko'rinishiga qarab baholanishi, lekin DWG faylning ichki sifati tekshirilmasligi. Professional CAD faylda qatlamlar, bloklar, o'lcham uslublari, birliklar, masshtab, layout va plot sozlamalari tartibli bo'lishi shart. To'rtinchi xavf — kompyuter quvvati, dastur versiyasi, litsenziya, auditoriya jihozlanishi va internet infratuzilmasi yetarli bo'lmasa, metodikaning samarasi pasayadi. Beshinchi xavf — o'qituvchining o'zi AutoCAD'da 2D bilan cheklanib qolishi va 3D modelni metodik vosita sifatida yetarli qo'llamasligi. Bu holatda talabalarda fazoviy tasavvur yetarli rivojlanmaydi. Ilmiy adabiyotlarda fazoviy qobiliyat CAD ta'limida muhim omil ekani, fazoviy tasavvurni baholash va rivojlantirish muhandislik grafikasi kurslari uchun dolzarb masala bo'lib qolayotgani qayd etiladi. Shuning uchun AutoCAD mashg'ulotlarida 2D va 3D o'rtasidagi bog'liqlik majburiy didaktik tamoyilga aylanishi kerak. Eng samarali

metodik yechim quyidagicha bo‘ladi: har bir mavzu kamida uch mahsulot bilan yakunlanadi — 2D chizma, 3D model va layout/PDF hujjat. Bu oddiy ko‘rinadi, lekin natijasi kuchli: talaba chizmani ko‘chirib bermaydi, balki obyektini uch xil shaklda tushunadi va ifodalaydi. Baholash ham shunga mos bo‘lishi zarur. Masalan, umumiy ballning bir qismi 2D geometriya aniqligiga, bir qismi 3D modelning konstruktiv to‘g‘riligiga, bir qismi standart rasmiylashtirishga, bir qismi esa og‘zaki izoh va fayl madaniyatiga berilishi kerak. AutoCAD asosida muhandislik grafikasi fanini takomillashtirish uchun kafedra darajasida yagona DWT shablon, qatlam nomlari standarti, chiziq qalinliklari jadvali, o‘lcham uslublari, asosiy yozuv, formatlar, topshiriqlar banki va baholash rubrikasi ishlab chiqilishi lozim. Aks holda har bir o‘qituvchi va har bir talaba turlicha uslubda ishlaydi, bu esa yakuniy natijada professional bir xillikni buzadi. 2D va 3D modellashtirishni integratsiyalashda loyiha asosida o‘qitish ayniqsa samarali bo‘ladi. Masalan, semestr boshida oddiy geometrik jismlar, keyin detal, undan keyin yig‘ma birlik, yakunda esa kichik loyiha — mexanik uzal, qurilish elementi, texnologik apparat detali yoki avtomobil elementi chizmasi topshirilishi mumkin. Bu jarayonda talaba oddiy chiziqdan to‘liq loyiha hujjatigacha o‘sadi. Aynan mana shu o‘sish muhandislik grafikasi fanining haqiqiy natijasi hisoblanadi.

### **Xulosa**

O‘tkazilgan ilmiy-metodik tahlil shuni ko‘rsatadiki, AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarini muhandislik grafikasi fanini o‘qitishga joriy etish zamonaviy muhandislik ta‘limining zaruriy sharti hisoblanadi. 2D modellashtirish talabada texnik chizma standartlari, proyeksion tafakkur, o‘lcham qo‘yish, qir-qim-kesimlarni bajarish, chizma hujjatlarini rasmiylashtirish va grafik intizomni shakllantirsa, 3D modellashtirish fazoviy tasavvur, konstruktiv fikrlash, obyekt shaklini tahlil qilish, modelni turli tomondan ko‘rish va chizma bilan real jism o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglash imkonini beradi. Eng muhim xulosa shuki, 2D va 3D texnologiyalar alohida o‘qitilmasligi kerak; ular bitta muhandislik obyektini tushunish va ifodalashning o‘zaro bog‘langan ikki bosqichi sifatida berilishi lozim. AutoCAD ta‘limi samarali bo‘lishi uchun mashg‘ulotlar “buyruqlarni o‘rganish” emas, “muhandislik masalasini grafik yechimga aylantirish” tamoyiliga asoslanishi kerak. Tadqiqot natijasida “2D chizma — fazoviy tahlil — 3D model — 2D hujjatlashtirish — layout — elektron portfolio — og‘zaki himoya” ketma-ketligiga asoslangan metodik model taklif etildi. Ushbu model talabani real ishlab chiqarish jarayoniga yaqinlashtiradi, chizma va model o‘rtasidagi aloqani tushuntiradi, xatolarni tez aniqlashga yordam beradi, o‘qituvchi nazoratini tizimlashtiradi va talabada raqamli loyiha madaniyatini rivojlantiradi. Amaliy jihatdan kafedralarda yagona AutoCAD shablonlari, qatlamlar standarti, o‘lcham uslublari, layout formatlari, topshiriqlar banki, elektron portfolio tizimi va baholash rubrikalari ishlab chiqilishi zarur. Talabalar ishini baholashda faqat yakuniy chizmaning tashqi ko‘rinishi emas, balki DWG faylning ichki tartibi, qatlamlardan foydalanish, modelning konstruktiv to‘g‘riligi, o‘lchamlarning assotsiativligi, layout sifati va talabaning ishni izohlab berish qobiliyati hisobga olinishi kerak. Kelgusida ushbu yo‘nalishda AutoCAD’ni Inventor, Fusion, Revit, SolidWorks va boshqa CAD/BIM tizimlari bilan integratsiyalash, sun‘iy intellekt asosida chizma xatolarini avtomatik aniqlash, 3D modeldan avtomatik

baholash mezonlarini ishlab chiqish, virtual va kengaytirilgan reallik vositalari orqali fazoviy tasavvurni kuchaytirish hamda muhandislik grafikasi fanida raqamli kompetensiyalarni monitoring qilish bo'yicha ilmiy izlanishlarni kengaytirish maqsadga muvofiqdir. Xulosa qilib aytganda, AutoCAD dasturida 2D va 3D modellashtirish texnologiyalarini puxta metodika asosida qo'llash muhandislik grafikasi fanining sifatini oshiradi, talabalarni zamonaviy ishlab chiqarish talablariga yaqinlashtiradi va ularning kasbiy grafik kompetensiyasini shakllantirishda muhim pedagogik vosita bo'lib xizmat qiladi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati**

1. Autodesk. AutoCAD 2026 Help. AutoCAD dasturining rasmiy hujjatlari va o'quv qo'llanmalari to'plami.
2. Autodesk. AutoCAD overview: 2D drafting and 3D modeling tools. AutoCAD dasturida 2D va 3D loyihalash imkoniyatlari bo'yicha rasmiy ma'lumot.
3. Autodesk. Documentation in AutoCAD. Chizmalarni annotatsiya qilish, o'lcham qo'yish, layout va PDF hujjatlashtirish bo'yicha o'quv materialli.
4. Autodesk. About Model Documentation. 3D modellar asosida 2D chizma hujjatlarini hosil qilish imkoniyatlari.
5. Autodesk. AutoCAD Quick Start Guide. AutoCAD'da 2D chizmalar va 3D modellarni aniqlik bilan yaratish bo'yicha boshlang'ich qo'llanma.
6. Sorby S.A. Developing 3D Spatial Skills for Engineering Students. Muhandislik ta'limida fazoviy tasavvur ko'nikmalarining ahamiyati bo'yicha ilmiy tadqiqot.
7. Tumkor S., de Vries M. Enhancing Spatial Visualization Skills in Engineering Drawing Courses. Qo'l chizmasi, 2D CAD va 3D CAD asosida fazoviy vizualizatsiyani rivojlantirish bo'yicha tadqiqot.
8. Bartlett K.A., Camba J.D. Toward a Broader Understanding of Spatial Ability in CAD Education. CAD ta'limida fazoviy qobiliyatni kengroq talqin qilish bo'yicha ilmiy maqola.
9. Web-based Tools for Engineering Graphics Education. 2D va 3D moslikni tushinishda interaktiv 3D modellarga asoslangan o'quv vositalari haqida tadqiqot.
10. The impact of CAD software on the teaching of engineering graphics: a systematic review. Muhandislik grafikasi ta'limida CAD va BIM vositalarining ta'siri bo'yicha tizimli tahlil.
11. Yue J. Spatial Visualization by Realistic 3D Views. Muhandislik va texnologiya sohalarida fazoviy vizualizatsiyaning fundamental ahamiyati bo'yicha ilmiy ish.
12. Mlambo P.B. A Focus on Teaching and Learning of Isometric Drawing. Muhandislik grafikasi va dizayn fanida fazoviy tasavvur ko'nikmalarining o'rni bo'yicha tadqiqot.