



## STOMATOLOGIYADA CAD-CAM TIZIMI

***Abdumalikov Sanjarbek Fazliddin o'g'li***

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomatologiya fakulteti 110-guruh  
talabasi*

*Tel: [+998773901605](tel:+998773901605)*

*Email: [abdumalikovs297@gmail.com](mailto:abdumalikovs297@gmail.com)*

***Xamroqulov Dilmurod Mardonqul o'g'li***

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomatologiya fakulteti 110-guruh  
talabasi*

*Tel: [+998976717133](tel:+998976717133)*

*Email: [dilmurodh887@gmail.com](mailto:dilmurodh887@gmail.com)*

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomatologiya fakulteti 110-guruh  
talabasi*

***Qurbonov Hasan Muxlisovich***

*Tel: [+998507219004](tel:+998507219004)*

*Email: [hasabqurbonov@gmail.com](mailto:hasabqurbonov@gmail.com)*

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomatologiya fakulteti 110-guruh  
talabasi*

***Ilmiy rahbar: Maxmudova Zarina Ilxomovna***

*Email: [Maxmudovazarina9@gmail.com](mailto:Maxmudovazarina9@gmail.com)*

**Annotatsiya:** CAD-CAM tizimi stomatologiyada protetik rekonstruksiyalarning aniqligi, samaradorligi va estetik sifatini tubdan o'zgartirgan zamonaviy texnologiyadir. Ushbu tizim intraoral skanerlar (iTero, Trios) yordamida og'iz bo'shlig'ini yuqori aniqlikda (10-20 mikron) raqamli modelga aylantirish, CAD dasturlari (Exocad, 3Shape) orqali virtual dizayn yaratish va 5 o'qli CNC



frezerlar (Ceramill, Roland) bilan materiallarni (zirkoniy, kompozit, porselen) bir seansda ishlov berishni ta'minlaydi.

An'anaviy usullarga nisbatan vaqtni keskin qisqartiradi, marginal moslikni  $62\pm 25$  mikronga yetkazadi, infeksiya xavfini kamaytiradi va bemor qulayligini oshiradi. Tizim implantologiya, ortodontiya va endodontiyada ham muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. 3D bosib chiqarish va AI integratsiyasi bilan yanada rivojlanmoqda. Klinik tadqiqotlar protezlarning 5 yillik omon qolish darajasi 97% ga yetishini ko'rsatmoqda.

O'zbekistonda Toshkent Tibbiyot Akademiyasi va boshqa markazlarda joriy etilayotgan CAD-CAM tizimi stomatologiyaning raqamli transformatsiyasini ta'minlab, aholining og'iz bo'shlig'i salomatligini yaxshilashga xizmat qilmoqda.

**Аннотация:** Система CAD-CAM — это современная технология, которая кардинально изменила точность, эффективность и эстетическое качество протетических реконструкций в стоматологии. Данная система обеспечивает высокоточную (10-20 микрон) цифровую модель полости рта с помощью интраоральных сканеров (iTero, Trios), создание виртуального дизайна через программы CAD (Exocad, 3Shape) и односессионную обработку материалов (цирконий, композиты, фарфор) на 5-осевых CNC-фрезерах (Ceramill, Roland). По сравнению с традиционными методами она значительно сокращает время, обеспечивает краевое прилегание  $62\pm 25$  микрон, снижает риск инфекции и повышает комфорт пациента. Система также успешно применяется в имплантологии, ортодонтии и эндодонтии. Она продолжает развиваться благодаря интеграции 3D-печати и ИИ. Клинические исследования показывают 97% выживаемость протезов в течение 5 лет. В Узбекистане система CAD-CAM, внедряемая в клиниках Ташкентской медицинской академии и других центрах, обеспечивает цифровую



трансформацию стоматологии и способствует улучшению здоровья полости рта населения.

**Annotation:** The CAD-CAM system is a modern technology that has fundamentally transformed the accuracy, efficiency, and aesthetic quality of prosthetic reconstructions in dentistry. This system enables high-precision (10-20 microns) digital modeling of the oral cavity using intraoral scanners (iTero, Trios), virtual design creation through CAD software (Exocad, 3Shape), and single-session processing of materials (zirconia, composites, porcelain) with 5-axis CNC mills (Ceramill, Roland).

Compared to traditional methods, it dramatically reduces time, achieves marginal fit of  $62\pm 25$  microns, minimizes infection risk, and improves patient comfort. The system is also successfully applied in implantology, orthodontics, and endodontics. It continues to evolve with 3D printing and AI integration. Clinical studies show a 97% 5-year survival rate for prostheses. In Uzbekistan, the CAD-CAM system being implemented at the Tashkent Medical Academy and other centers ensures the digital transformation of dentistry and contributes to improving the oral health of the population.

**Kalit so'zlar:** CAD-CAM tizimi, intraoral skaner, raqamli dizayn, CNC frezerlash, zirkoniy protezlar, marginal moslik, implantologiya, 3D bosib chiqarish, AI integratsiyasi, protetik rekonstruksiya, raqamli stomatologiya, bir seanslik protez.

**Ключевые слова:** Система CAD-CAM, интраоральный сканер, цифровой дизайн, CNC-фрезерование, циркониевые протезы, краевое прилегание, имплантология, 3D-печать, интеграция ИИ, протетическая реконструкция, цифровая стоматология, односеансионный протез.



**Keywords:** CAD-CAM system, intraoral scanner, digital design, CNC milling, zirconia prostheses, marginal fit, implantology, 3D printing, AI integration, prosthetic reconstruction, digital dentistry, single-session prosthesis.

Stomatologiyada CAD-CAM tizimi zamonaviy tibbiyot texnologiyalarining eng muhim yutuqlaridan biri sifatida protetik rekonstruksiyalarning aniqligi, samaradorligi va estetik sifatini tubdan o'zgartirib yubordi. Ushbu tizim kompyuterlashtirilgan dizayn va kompyuterlashtirilgan ishlov berishning qisqartmasi bo'lib, og'iz shlig'idagi defektlarni bartaraf etishda an'anaviy usullardanunlik qiladi. An'anaviy stomatologiy impressionlar olish, gips modellar tayyorlash va yada qo'lda ishlov berish jaraylari ko'p vaqt talab etadi, xatol moyil bo'lib, bemorning og'riqlarini uzaytiradi. CAD-CAM esa raqamli skanerlar orqali og'iz bo'shlig'ini uch o'lchovli tasvirlash, kompyuter dasturlari yordamida virtual dizayn yaratish va maxsus frezerlash apparatlari bilan bir martalik ishlov berishni ta'minlaydi. Bu jarayon bemorning klinikaga kelishlarini kamaytirib, birinchi seansda tayyor protezni o'rnatish imkonini beradi.

Tizimning asosiy komponentlaridan biri intraoral skanerlardir. Ushbu qurilmalar optik yoki lazerli texnologiyalardan foydalanib, og'iz bo'shlig'ini yuqori aniqlikdagi (10-20 mikrongacha) raqamli model sifatida qayd etadi. Masalan, iTero yoki Trios skanerlar soni ortib borayotgan klinikalarda keng qo'llanilmoqda. Ular an'anaviy ikon impressionlarga nisbatan infeksiya xavfini kamaytiradi, chunki fizik materiallar ishlatilmaydi. Skanerlangan ma'lumotlar STL yoki PLY formatida saqlanib, CAD dasturlariga yuklanadi. CAD – kompyuterlashtirilgan dizayn – bosqichida stomatolog yoki texnolog virtual muhitda protez shaklini loyihalaydi. Exocad, 3Shape Dental System kabi professional dasturlar tishlarning anatomik shaklini, okklyuziyani, estetik talablarni hisobga olgan holda parametrlar taklif etadi. Dizayner marginal adaptatsiyani 50-100 mikron chegarasida sozlaydi, bu an'anaviy usullarda qiyin.



CAM – kompyuterlashtirilgan ishlov berish – fazasida loyihalashtirilgan model maxsus CNC frezerlar yordamida materialdan kesiladi. Zirkoniy, ko‘mir-karbon kompozitlari, porselen, titandan yasalgan bloklar ishlatiladi. 5 o‘qli frezerlar (masalan, Amann Girrbach Ceramill yoki Roland DWX seriyasi) murakkab geometriyali koronkalar, ko‘priklararni bir soat ichida tayyorlaydi. Bu jarayon issiqlik ta‘sirini minimallashtirib, materialning mexanik xususiyatlarini saqlaydi. Zirkoniy bloklar, masalan, HT yoki ST navlarida 1200-1500 MPa quvvatga ega bo‘lib, klinik sinovlarda 5 yilgacha xizmat qilish ko‘rsatkichlarini namoyish etgan.

CAD/CAM tizimining stomatologiyadagi qo‘llanilishi protetikalar bilan cheklanmaydi. Implantologiyada implant supstrukturalarini loyihalashda muhim rol o‘ynaydi. Raqamli skanerlar implant o‘rnatilgan joyni aniq qayd etib, suprastruktura dizaynini individualizatsiya qiladi. Bu okklyuziya muvozanatini ta‘minlab, implant atrofidagi suyak rezorbsiyasini 20-30% ga kamaytiradi. Ortodontiyada Invisalign kabi shaffof plitalar ketma-ketligini virtual rejalashtirish uchun ishlatiladi. Endodontiyada esa maxsus frezerlar bilan kanal shakllantirish va postlar tayyorlash mumkin.

Texnologik evolyutsiya doirasida 3D bosib chiqarish CAD/CAM bilan integratsiyalashmoqda. SLA yoki DLP printerlar (Formlabs Form 3B+ kabi) vaqtinchalik protezlarni yoki batareya modellarini tezda ishlab chiqaradi. Bu klinik jarayonni yanada qisqartiradi. Biomateriallar rivoji ham diqqatga sazovor: bioaktiv shisha keramika, nano-gibrid kompozitlar CAD/CAM ga moslashtirilmoqda. Ular bioakuntabillikni oshirib, periodontal to‘qimalar bilan yaxshi integratsiyalanadi.

Klinik tadqiqotlar CAD/CAM protezlarining afzalliklarini tasdiqlaydi. Jurnal of Prosthetic Dentistry maqolalarida koronkalar marginal mosligi  $62 \pm 25$  mikron deb ko‘rsatilgan bo‘lsa, an‘anaviy usullarda  $98 \pm 43$  mikron. 5 yillik kuzatuvlarda omon qolish darajasi 97% ni tashkil etadi. Estetik jihatdan, multilayer bloklar tabiiy translusensiya va gradient ranglarni ta‘minlaydi. Fraktura chastotasi 2-3% ga tushgan.



Iqtisodiy samaradorlik ham yuqori. Klinikada CAD/CAM markazi bo'lsa, laboratoriya xarajatlarini 40-50% ga qisqartirish mumkin. Bemorlar uchun umumiy xarajat vaqt tejash tufayli pasayadi. O'zbekistonda ham bu tizim keng tarqalmoqda: Toshkent Tibbiyot Akademiyasi klinikalarida Exocad va Ceramill frezerlar o'rnatilgan. Mahalliy stomatologlar malakasini oshirish uchun Germaniya va Janubiy Koreya firmalari treninglarini o'tkazmoqda.

Aniqlikni ta'minlashda skaner kalibrlash va dastur algoritmlari muhim. Optik skanerlarda powder coating qoldiruvchi modellar endi kam ishlatiladi, chunki powder-free texnologiyalar (konfokal mikroskopiya asosida) paydo bo'ldi. CAM da milling strategiyalari – adaptive clearing yoki trochoidal milling – materialni tejaydi va asboblarning eskirishini kamaytiradi. Post-processing da sublimatsiya pishirish pechlari (zirkoniy uchun 1450-1550°C) rang va mustahkamlikni optimallashtiradi.

Pediatric stomatologiyada CAD/CAM vaqtinchalik koronkalar tayyorlashda qulay: bolalar sabrli emas, shuning uchun bir seansda muammoni hal qilish mumkin. Geriatriyada esa implantlar va protezlarning individualizatsiyasi suyak yo'qotilishini kompensatsiya qiladi. Onkologik bemorlarda radioterapiya oldidan protezlar yasash ham tezlashtiriladi.

Kelajakdagi rivojlanishda AI integratsiyasi kutilmoqda. Mashinaviy o'qitish algoritmlari skaner ma'lumotlaridan avtomatik dizayn taklif etadi, masalan, Smile Designer pro dasturlari yuz skaneri bilan birgalikda estetikani bashorat qiladi. Hybride milling-printing tizimlari ham paydo bo'lmoqda. Biomimetik materiallar – dentin-enamel qatlamlarini taqlid qiluvchi – klinikaga kirib kelayapti.

Xavfsizlik masalalarida infeksiya nazorati muhim: skanerlar avtoklavlanadi, dasturlar HIPAA ga mos. Materiallar FDA yoki ISO 13485 sertifikatli bo'lishi shart. Allergi xavfi kam, chunki metallar kam ishlatiladi.

O'zbekiston kontekstida stomatologiyaning raqamli transformatsiyasi davlat dasturlari bilan qo'llab-quvvatlanmoqda. Respublika stomatologiya markazlarida CAD/CAM laboratoriyalari tashkil etilmoqda, bu aholining og'iz bo'shlig'i



salomatligini yaxshilaydi. Malakali kadrlar yetishtirish uchun xalqaro hamkorlik kuchaymoqda.

Texnik tafsilotlarda frezerlarning RPM (spin tezligi) 20,000-60,000 oralig'ida, suv sovutish tizimi bilan ishlaydi. Dasturlarda FEM (finite element method) tahlili yuk taqsimotini modellashtiradi, bu dizaynni mustahkamlaydi. Klinikada chairside milling – bemor yonida frezerlash – CEREC tizimi bilan mashhur, bir soatda korona tayyor.

Materiallar tanlashida translusensiya indeksi (zirkoniyda 25-35%), Vickers qattiqligi (ko'mir-karbon 200-300 HV) hisobga olinadi. Issiqlik kengayish koeffitsienti porselen bilan moslashtiriladi ( $10-12 \times 10^{-6} /K$ ).

Tadqiqotlarda in vitro sinovlar chizish kuchi (zirkoniy 900-1100 N) va charchoq sinovidan o'tadi. In vivo – 10 yillik longitudinal tadqiqotlar FDA bazasida mavjud.

**Xulosa:** Stomatologiyada CAD-CAM tizimi protetik rekonstruksiyalarning aniqligi, samaradorligi va estetikasini tubdan yaxshilagan zamonaviy yutuq hisoblanadi. Raqamli intraoral skanerlar, virtual dizayn (Exocad, 3Shape) va CNC frezerlash orqali an'anaviy usullarga nisbatan vaqtni qisqartirib, bir seansda protez o'rnatish imkonini beradi. Marginal moslik 50-100 mikron darajasida, 5 yillik omon qolish ko'rsatkichi 97% ni tashkil etadi. Tizim implantologiya, ortodontiya va endodontiyada ham qo'llanilmoqda. O'zbekistonda Toshkent Tibbiyot Akademiyasi klinikalarida joriy etilayotgan CAD-CAM laboratoriya xarajatlarini 40-50% ga kamaytirib, bemorlar uchun qulaylik yaratmoqda. Kelajakda AI va 3D bosib chiqarish integratsiyasi stomatologiyani yanada rivojlantiradi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

Papadiochou S, Pissiotis AL. Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques. J Prosthet Dent. 2018;119(4):545-551.0be0cf

Renne W, et al. Predicting marginal fit of CAD/CAM crowns based on



preparation design. J Prosthet Dent. 2012.c4fa8c

Saravi B, et al. Clinical Performance of CAD/CAM All-Ceramic Tooth-Supported Fixed Dental Prostheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. PMC. 2021.ff88bf

Lee KM, et al. Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. BMC Oral Health. 2018.55e81d

Al-humood H, et al. Marginal Fit, Mechanical Properties, and Esthetic Outcomes of CAD-CAM Interim Dental Prostheses: A Systematic Review. 2023.e39dca

Cheng KL, et al. Longevity of Single-Tooth All-Ceramic CAD/CAM Restorations: A Systematic Review. 2013.

Ling X, et al. Survival rates of CAD/CAM ceramic dental restorations: A systematic review and meta-analysis. Medicine. 2026.e3e04a

<https://journalss.org/index.php/luch/article/download/19069/18340/36560>