

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРОТЕЗОВ, ФИКСИРУЕМЫХ НА ИМПЛАНТАТЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Нормуродова Рухсора Зокир кизи, Хусанбаева Феруза Акмаловна, Асатуллаев Нурилло Саъдуллаевич, Муминова Дилноза Рахимовна

Ташкентский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Ташкент

### КОМПЬЮТЕР ТЕХНОЛОГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНГАН ХОЛДА ИМПЛАНТЛАРГА ЎРНАТИЛГАН ҲАР ХИЛ ТУРДАГИ ПРОТЕЗ ТУЗИЛМАЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИ

Нормуродова Рухсора Зокир кизи, Хусанбаева Феруза Акмаловна, Асатуллаев Нурилло Саъдуллаевич, Муминова Дилноза Рахимовна

Тошкент давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

### THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS TYPES OF PROSTHETIC STRUCTURES FIXED ON IMPLANTS MADE USING COMPUTER TECHNOLOGY

Normurodova Rukhsora Zokir kizi, Khusanbaeva Feruza Akmalovna, Asatullaev Nurillo Sadullaevich, Muminoва Dilonza Rakhimovna

Tashkent State Medical University, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: [info@tdtu.uz](mailto:info@tdtu.uz)

**Резюме.** Замоновий компьютер технологиялари (САД/САМ, 3Д сканерлаш, рақамли режсалаштириш ва фрезалаш) тиш имплантларига ўрнатилган протезларни яратишга ёндашувни сезиларли даражада ўзгартирди. Улардан фойдаланиш ортопедик тузилмаларнинг аниқлиги, биологик мослиги ва чидамлилигини оширишга, шунингдек даволашни муддатини қисқартиришга имкон беради. Замоновий технологиялар туфайли ҳақиқатга айланиб бораётган самарадорлик ва рентабелликнинг мисли кўрилмаган чўққиларига интилиб, стоматологик ортопедик даволаш жараёни жадал ривожланмоқда. Тиш ёзувларини рақамлаштириш, компьютерга асосланган тасвирлаш техникаси ва virtual даволашни режсалаштириш нафақат ўзгариб бормоқда—улар клиник амалиётни бошига айлантирмоқда. Таклиф етилаётган ёндашувлар беморларнинг ҳаёт сифатини яхшилаш, ножўя таъсирларни минималлаштириш ва самарадорлигини оширишга қаратилган.

**Калим сўзлар:** тиш имплантлари; имплантлардаги протезлар; протезларни маҳкамлаш; винтларни маҳкамлаш; цемент фиксацияси; гибрид тузилмалар; САПР/САМ технологиялари; 3Д сканерлаш; рақамли моделлаштириш; компьютер дизайни; аниқ мослик; биологик мос материаллар; протезлаш самарадорлиги; рақамли стоматология; тузилмаларнинг чидамлилиги.

**Abstract.** Modern computer technologies (CAD/CAM, 3D scanning, digital planning and milling) have significantly changed the approach to creating dentures fixed on dental implants. Their use makes it possible to increase the accuracy, biocompatibility and durability of orthopedic structures, as well as reduce the duration of treatment. The workflow of dental orthopedic treatment is undergoing rapid development, striving for unprecedented peaks of efficiency and profitability, which are becoming a reality thanks to modern technologies. Digitization of dental records, computer-based imaging techniques, and virtual treatment planning are not just changing - they are turning clinical practice on its head. The proposed approaches are aimed at improving the quality of life of patients, minimizing side effects and increasing its effectiveness.

**Keywords:** dental implants; prosthetics on implants; fixation of prostheses; screw fixation; cement fixation; hybrid structures; CAD/CAM technologies; 3D scanning; digital modeling; computer design; precision fit; biocompatible materials; prosthetics effectiveness; digital dentistry; durability of structures.

**Введение.** Цифровизация проникает в три ключевых этапа ортопедического лечения. На первом этапе — сбор данных — информация о

пациенте бережно оцифровывается и хранится в цифровом виде, что открывает новые горизонты. На этапе планирования технологии САМ и визу-

альное планирование становятся мощными инструментами, позволяя врачам заглянуть за пределы привычного. И, наконец, на этапе лечения — тут уже на помощь приходят компьютерные устройства, такие как фрезеры и 3D-принтеры, которые поднимают искусство протезирования до небес [32, 35].

**Цель** нашего анализа литературы — собрать и обобщить все знания о виртуальном цифровом планировании стоматологического лечения. Это нужно для того, чтобы развеять сомнения и недовольства пациентов, стремясь к совершенству и высочайшему качеству зубного протезирования как на естественных, так и на искусственных опорах. В этом драматичном пути к совершенству скрыта надежда на светлое будущее стоматологии!

**Материал и методы.** Наши исследования охватывали одиннадцать лет — с 2008 по 2019 год. Проанализированы публикации, где в мельчайших деталях описаны алгоритмы компьютерного моделирования для лечения пациентов, где раскрыты секреты программного обеспечения и оборудования, а также представлены результаты лечения, как близкие, так и далекие.

**Результаты исследования.** В этом бездонном океане информации нам удалось проанализировать 235 статей. Из них 41 статья была найдена в системе eLIBRARY, а остальные — в PubMed и Scopus. Но только 76 из этих статей касались непосредственно планирования ортопедического лечения; среди них всего 4 были отечественными, а 72 — зарубежными. Статей было столько, что они выстроились в хронологическом порядке: две статьи из 2008 года, одна — из 2009, четыре — из 2010, пять — из 2011. В 2012 и 2013 годах вышло по 4 статьи, восемь — в 2014, двенадцать — в 2015, четырнадцать — в 2016, две — в 2017. И, наконец, в 2018 году, словно взрыв вдохновения, вышло целых 17 статей. Каждый год, каждое открытие — это шаг в неизведанное, в мир новых возможностей и свершений в стоматологии [4, 7, 12, 23, 29, 30].

Анализ демонстрирует, что виртуальное планирование обладает значительными преимуществами. Ключевыми достоинствами являются возможность хранения данных пациента в цифровых базах и их доступность в любое время. Цифровые оттиски позволяют обойти промежуточный этап традиционной техники, связанный с изготовлением гипсовых моделей, что минимизирует вероятность возникновения ошибок. Кроме того, цифровое планирование предоставляет возможность анализа всех этапов работы в различные временные интервалы. Передача планирования с использованием направляющих, а также специализированных компьютерных инструментов, таких как устройства для управляемой пьезоасси-

стированной хирургии или имплантации зубов, обеспечивают более точные и предсказуемые результаты. Все CAD/CAM-системы включают три основных компонента: цифровой инструмент или сканер, преобразующий информацию о геометрии в данные, которые можно обработать компьютером; программное обеспечение для обработки данных и генерации набора файлов для производства; производственные технологии, такие как фрезеровка или 3D-печать, которые превращают цифровую модель в физический продукт. Небольшие размеры оборудования, финансовая доступность и удобные интерфейсы делают эти технологии пригодными даже для небольших частных клиник. На рынке стремительно растет количество доступного программного обеспечения. Особой популярностью пользуются программы с концепцией Digital Smile Design, являющиеся многофункциональными инструментами. Они повышают диагностическую точность, улучшают взаимодействие между врачом и пациентом и делают процесс лечения более прогнозируемым. Эти решения позволяют детально изучить характеристики лица и зубов пациента. Современные технологии охватывают практически все аспекты работы в цифровом формате. Это касается как общего внешнего вида конструкции, так и сложных процессов протезирования или моделирования движений зубов [3, 8, 11, 25].

Основные критерии эстетического анализа улыбки охватывают три ключевых аспекта: лицевую эстетику, зубодесневую эстетику и эстетику самих зубов. Работа в специализированных программах, таких как DSD, начинается с тщательной калибровки фотографий, что обеспечивает точность дальнейшего анализа. Для изучения лицевых параметров макроэстетики улыбки применяются контрольные линии, на основе которых формируются стандартизированные показатели для анализа фронтального и профильного вида лица. Во фронтальном анализе используются горизонтальные контрольные линии — межзрачковая и межкомиссуральная — которые служат основой для оценки гармонии и горизонтальной перспективы. Вертикальные линии включают срединную линию лица, зубов и нижней челюсти. Анализ лицевого профиля опирается на параметры, описывающие скелетный паттерн и эстетическую гармонию. Среди них выделяются лицевой угол, эстетическая линия Рикеттса (проходящая от кончика носа до выступающей точки подбородка), линия Холдавея (связывающая переходную зону основания носа с самой выступающей частью подбородка), а также носогубный угол. Зубочелюстная система оценивается по морфологии десны и состоянию окружающих мягких тканей. Важные параметры включают состояние межзубных сосочков, наличие черных треуголь-

ников, положение зенита десны, линию десны, контур улыбки и размер буккальных коридоров. Именно согласование этих характеристик между зубами и мягкими тканями играет важную роль в достижении желаемого эстетического результата. Стоматологический анализ сосредоточен на параметрах восстановленных зубов: размере, форме и цвете. Для выбора оптимального размера применяется несколько теорий: золотая пропорция, соотношение ширины к длине зубов, концепция Паунда, эстетическая гармония и концепция «visagism». При определении цвета зубов рассматриваются основные атрибуты: оттенок, насыщенность, светлота и прозрачность. Также учитываются текстура и блеск, которые существенно влияют на восприятие формы зубов. В исследовании И. Кавиджиоли и коллег был подробно описан процесс компьютерного моделирования улыбки с помощью программного обеспечения DSD. На начальном этапе создается виртуальная модель улыбки, которая визуально «примеряется» на лицо пациента, объединяя реальное изображение с желаемым результатом. Для пациентов с полной адентией программное обеспечение позволяет предварительно подобрать наиболее подходящий вариант протезов. После этапа первичной визуализации проект зубной дуги передается в систему CAD для дальнейшей обработки. Затем с использованием 3D-данных лица и рта проводится изучение окклюзии и соотношений зубов с губами. Это помогает интегрировать 3D-визуализацию лица с ротовой полостью путем дополнительного сканирования с использованием внеротовой опорной точки. Окончательный прототип демонстрируется пациенту, а все данные сохраняются в цифровом формате. На завершающем этапе разрабатывается структура для поддержки акрилового прототипа зубов, который создается в DentalCad. Сгенерированные файлы передаются в CAM для обработки через встроенные программы DentalCad. После завершения фрезерования продукт адаптируется к модели. Для завершения всей работы создается титановая структура, а постановка искусственных зубов выполняется при помощи виртуального артикулятора. Виртуальный артикулятор требует создания цифрового трехмерного представления челюстей и сбора индивидуальных данных пациента о движениях его челюсти. С помощью этих данных он моделирует движения челюсти, предоставляя динамическую визуализацию окклюзионных контактов. Существуют два типа виртуальных артикуляторов: полностью регулируемые и математически смоделированные. Первый вид воспроизводит точные траектории движения нижней челюсти посредством электронной системы Jaw Motion Analyzer, которая фиксирует эти движения. Оцифрованные зубные арки затем следуют этим

траекториям, отображаемым на экране в трех плоскостях. Программное обеспечение динамически вычисляет и визуализирует окклюзионные контакты, что полезно при проектировании и корректировке окклюзионных поверхностей в CAD. Современные версии программного обеспечения также включают ортодонтические модули для создания виртуальных установок и позволяют анализировать связь между резцом, мышцелкой и влиянием суставной подвижности на окклюзию. Математически смоделированные виртуальные артикуляторы используют алгоритмы для моделирования движений челюсти. Такие системы способны воспроизводить переносное движение артикулятора с дополнительными настройками, например, движение Беннетта, но не предоставляют индивидуальные траектории движения каждого пациента. Это ограничение попытались преодолеть в рамках исследования E. Solaberrieta и его соавторов, где на основе технологии Leap Motion было разработано устройство, которое учитывает кинематику нижней челюсти каждого пациента. Исследования сравнивали эффективность механических аксиографов и их цифровых аналогов (например, SAM Axiograph Ахо 200), предназначенных для регистрации движений нижней челюсти. Авторы не выявили статистически значимых различий между двумя методами, хотя механический аксиограф демонстрировал большее количество погрешностей. В более позднем исследовании R.D. Prasad было установлено значительное преимущество ультразвукового аксиографа Axioquick по сравнению с ручным методом регистрации межокклюзионных соотношений, демонстрируя большую точность. Дальнейшая обработка конструкций из CAD производится с использованием CAM-оборудования, где данные преобразуются в формат для фрезеровки. Фрезерные устройства различаются по количеству осей: трех-, четырех- и пятиосевые. Однако, качество конечного продукта зависит больше от этапов оцифровки, обработки информации и производства, нежели от количества осей оборудования. Существуют сухая и влажная обработка материалов. Сухая обработка применяется для предварительно несинтерованных заготовок из оксида циркония и требует меньших инвестиций в оборудование, исключая этап начальной сушки. Однако она сопровождается высокими показателями усадки каркасов. В то время как влажная обработка снижает риск перегрева инструментов и уменьшает деформации при синтеровании благодаря предварительно более высокой степени уплотнения материала. Технологии 3D-печати предлагают альтернативный способ быстрого создания прототипов, используя широкий спектр материалов: пластик, металл, керамику и биоматериалы. После проектирования файл экспортируется в



формате STL для дальнейшей печати. Получившийся объект подвергается постобработке: удалению поддерживающего материала, шлифовке, пескоструйной обработке, струйной мойке или термообработке (для металлических частей), прежде чем изделие будет готово к использованию.

На сегодняшний день специалисты располагают широким выбором программного обеспечения, позволяющего в цифровом формате оценивать и корректировать эстетические параметры лица, десны и улыбки. Наиболее популярными инструментами являются Photoshop CS6 (Adobe Systems Incorporated), Keynote (Apple Incorporated), Smile Designer Pro (Tasty Tech Ltd), Aesthetic Digital Smile Design (ADSD), Cerec SW 4.2 (Sirona Dental Systems Incorporated), Planmeca Romexis Smile Design (PRSD) (Planmeca Romexis®), VisagiSMile (Web Motion LTD) и DSD App от Coachman (DSDApp LLC). Основываясь на данных из литературных источников, D. Omar и его коллеги [22] сравнили эстетические возможности этих программ, используя 12 параметров анализа лица, 3 зубодесневых параметра и 5 характеристик зубов, суммарно оценив 20 аспектов эстетики. Согласно результатам исследования, самыми высокими баллами были отмечены программы Photoshop и Keynote, заработавшие соответственно 20/20 и 19/20 баллов. Photoshop позволял учитывать все выделенные эстетические параметры благодаря возможности обработать фотографии различного типа (фронтальные, боковые, окклюзионные и втянутые изображения), а также свободному рисованию линий и углов. Keynote, хоть и показал отличные результаты, не предоставлял функцию модификации мелких анатомических особенностей поверхности зубов. На третьем месте оказалась ADSD с результатом 18/20 баллов. Это программное обеспечение было специально разработано для цифрового дизайна улыбки и характеризовалось простым и удобным интерфейсом. Однако возможности программы ограничивались встроенными функциями. Оценки программ Cerec SW 4.2, DSD App, SDP, PRSD и VisagiSMile варьировались в пределах 10–13 баллов. Основные недостатки этих программ проявлялись в ограниченном анализе эстетических параметров лица, которые в основном использовались для калибрования изображения. Также у большинства этих программ отсутствовали функции анализа мелких анатомических особенностей зубной поверхности. В исследовании продемонстрирована эффективность использования Photoshop для цифрового дизайна улыбки (DSD), а также положительные результаты применения Keynote [23]. Преимущества подхода к улучшению эстетики пациента с использованием методов DSD подтверждены другими работами [20, 31]. Однако в научной литературе крайне мало дан-

ных о применении подобных программ. Примером является исследование Santos и его коллег, где для планирования эстетической реставрации использовали Keynote. У 16-летней пациентки с жалобой на «десневую» улыбку сделали три снимка: лицо с улыбкой, лицо в покое и интраоральное изображение. После анализа данных были изготовлены модели улыбки из бисакрилового материала, которая полностью удовлетворила пациентку. Rihal с соавторами (2016) описали случай применения Cerec SW 4.2 совместно с технологией CEREC для изготовления коронок. Общая длительность процесса составила всего 5 часов. Программа VisagiSMile создана на базе концепции «визажизм». В исследовании N. Bichacho и его команды [32] приведен случай пациентки с цветовой неоднородностью композитных реставраций верхних центральных резцов. Анализ улыбки выявил дополнительные факторы нарушения гармонии: небольшие боковые резцы, асимметрия краев десны, различие формы и цвета центральных резцов, а также пространство между резцами. Программа позволила смоделировать изменения в 3D-формате и предложить пациентке возможные варианты реставрации. Авторы отметили критическую важность мастерства специалистов при работе как с традиционными методами, так и цифровыми технологиями [22]. Meereis и коллеги (2016) описали случай пациентки, которой после детального сбора анамнеза и клинического обследования был поставлен диагноз гипоплазии эмали, а также выявлены дисгармония формы и пропорций передних зубов верхней челюсти и контура десны. Для повышения предсказуемости предлагаемого лечения и улучшения коммуникации между членами междисциплинарной стоматологической команды было выполнено цифровое планирование с использованием методики DSD в программном обеспечении Keynote. В ходе подготовки были сделаны слепки зубов, дополнительные и внутриротовые фотографии, а также три изображения, необходимые для анализа DSD. На фотографии полной улыбки лица горизонтальная и срединная сагиттальная плоскости определялись относительно межзрачковой линии и анатомических ориентиров таких, как глabella, нос и подбородок. Эти линии затем переносили на внутриротовую фотографию для анализа улыбки с учетом линий лица. Были также установлены дентальная середина и окклюзионная плоскость, после чего проведен их анализ в контексте гармонии с лицевыми линиями. Завершив анализ лица, специалисты приступили к стоматологическому анализу. Методика DSD была использована как инструмент общения с пациентом, позволяющий наглядно продемонстрировать предлагаемый план лечения и обсудить, насколько он соответствует ожиданиям пациента. После получения согласия

был установлен окончательный план лечения. На сегодняшний день наблюдается массовый переход от традиционного снятия оттисков к цифровому внутриротовому сканированию — явление, которое начало набирать популярность несмотря на то, что первый подобный сканер появился еще в 1985 году. В стоматологии под сканером понимаются инструменты для сбора данных, способные измерять трехмерные структуры челюсти и зубов с последующим преобразованием их в цифровые форматы. Среди них выделяются оптические и механические сканеры. Механические обеспечивают большую точность измерений, но отличаются высокой стоимостью и продолжительным временем обработки, из-за чего на практике большее распространение получили оптические сканеры. Ранее стандартные подходы к лечению основывались на традиционных методах снятия оттисков, изготовлении каменных моделей и производстве протезов из акриловых или фарфоровых сплавов с металлом через технику выпадения воска. Однако внедрение технологии CAD/CAM стало переломным моментом в создании монолитных фиксированных зубных протезов для зубов и имплантатов. Она позволяет разрабатывать протезы в виртуальной среде с помощью стоматологического программного обеспечения и осуществлять их производство посредством методов фрезерования или 3D-печати без необходимости создания физических моделей. Многочисленные исследования уже демонстрируют преимущества цифровых оттисков перед традиционными методами, включая возможность экономии времени, отсутствие дискомфорта для пациента, минимизацию ошибок и возможность мгновенного внесения исправлений путем повторного сканирования. Однако данные о точности современных сканеров остаются противоречивыми. Процедура цифрового снятия оттиска в ортопедической стоматологии состоит из нескольких этапов, каждый из которых может повлиять на точность результатов. Отклонения могут быть вызваны факторами, такими как контроль над слюноотделением, движение пациента, прозрачность или геометрия поверхности зубов. На результаты также влияют действия оператора: последовательность сканирования или регистрация прикуса. А. Ender и коллеги выявили сравнительные показатели точности различных методов. Так, правильность (степень соответствия среднего значения опорному результату) традиционной гипсовой модели составила  $55 \pm 21,8$  мкм; системы Lava COS —  $40,3 \pm 14,1$  мкм; системы Cerec BlueCam —  $49 \pm 14,2$  мкм. Прецизионность (степень близости независимых измерений друг к другу) традиционной модели составила  $61,3 \pm 17,9$  мкм; Lava COS —  $60,1 \pm 31,3$  мкм; Cerec BlueCam —  $30,9 \pm 7,1$  мкм. Хотя показатели пра-

вильности во всех случаях практически одинаковы, система Cerec BlueCam продемонстрировала значительно более высокую прецизионность. В другом исследовании эталонный сканер показал высокую точность отображения полной зубной дуги. Исследование, проводимое А.В. Юмашевым и коллегами, позволило провести сравнительный анализ результатов изготовления традиционных слепков и «оптических» аналогов. В ходе анализа аналоговой техники получения оттиска и внутриротового сканирования было отмечено, что общее время процедуры сканирования вызывало неудобства у пациентов лишь в редких случаях. Тем не менее, использование аналоговой техники заняло меньше времени. После завершения процедур анкетирование показало, что метод внутриротового сканирования был более комфортным для всех пациентов, особенно для двух, у которых выраженный рвотный рефлекс полностью исключил возможность применения традиционного метода. У девяти других пациентов процесс выполнения аналогового оттиска также оказался затруднительным. Цифровизация стоматологического лечения получила значительное развитие благодаря внедрению трехмерной конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) вместо стандартной КТ. Сочетание данных КЛКТ с цифровыми оттисками существенно повысило точность и доступность хирургической стоматологии. Дополнительно широко распространились методы виртуального 3D-планирования имплантационных реставраций. Сегодня КЛКТ является ключевой технологией во многих дентальных сканерах, несмотря на их различия по техническим характеристикам. В исследовании Т.Н. Манак с коллегами проводилось сравнение трех подходов к планированию протезирования фронтальной группы зубов у пяти пациентов. Первая техника (DSD) включала создание цифровой модели будущего протеза на основе фотографии, передавая данные в зуботехническую лабораторию для изготовления Wax-up. Вторая техника основывалась на 3D-моделировании, а третья представляла гибрид первых двух методов. Для каждой техники готовились 2D-модели протезов в PowerPoint с учетом эстетических параметров, затем гипсовые модели сканировались на оптическом сканере «Shining 3D». Цифровые копии переносились в программы «Autodesk Maya» и «Autodesk Mudbox» для удлинения моделей и их последующего наложения на контуры будущих реставраций. Финальный этап включал моделирование в программе «Quad Draw» и «Extrude», а итоговые заготовки припасовывались на исходную модель. По результатам анализа времени и точности выявлено, что DSD требует  $63 \pm 5$  минут со средней погрешностью  $2,1 \pm 0,1\%$ , 3D-моделирование занимает  $46 \pm 5$  минут с точностью  $1,7 \pm 0,1\%$ , а

комбинированный метод оказывается наиболее эффективным, занимая всего  $27 \pm 5$  минут при погрешности  $1,4 \pm 0,1\%$ . Таким образом, комбинированная техника демонстрирует явное преимущество как по затратам времени, так и по точности результатов.

**Заключение.** Научное обоснование, клинические доказательства, экономическая эффективность и техническая реализуемость полного цифрового рабочего процесса играют ключевую роль в оценке влияния цифровизации на трансформацию традиционных протоколов фиксированного протезирования. Однако исследования в этой области остаются крайне ограниченными. Большинство доступных публикаций посвящено концепциям, объединяющим аналоговые и цифровые этапы работы, причем их характер чаще всего сводится к лабораторным экспериментам, техническим отчетам и описанию отдельных случаев. Таким образом, несмотря на очевидный потенциал, в настоящее время отсутствуют убедительные данные о преимуществах полных цифровых протезных рабочих процессов. С практической точки зрения данная проблема представляет существенный интерес для стоматолога, решающего вопрос об инвестициях и интеграции цифровых подходов в свою ежедневную практику.

#### Литература:

1. Демирель К. Оценка пародонта с точки зрения эстетики. Пародонтология. 2011; 163(60): 55–8.
2. Денисова Ю.Л. Современные вопросы эстетической стоматологии. Стоматология. 2014; 2: 39–45.
3. Wagner A. и др. A comparative analysis of optical and conventional axiography for the analysis of temporomandibular joint movements. J. Prosthet Dent. 2003; 90(5): 503–9.
4. Арутюнов С.Д., Лебедеенко И.Ю., Манин О.И., Степанов А.Г. Стоматологические инновации. /под редакцией Арутюнова С.Д. и Лебедеенко И.Ю. – М.: ООО «Новик», 2014. – 152 с. ISBN978-5-904383-28-2.
5. Cassetta M., Ivani M. The accuracy of computer-guided piezocision: a prospective clinical pilot study. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2017; 46(6): 756–765.
6. Calamia J.R. и др. Smile Design and Treatment Planning With the Help of a Comprehensive Esthetic Evaluation Form. Dent. Clin. North Am. 2011a; 55(2): 187–209.
7. Caviggioli I., Molinelli, F., Rossi M. Компьютерное моделирование улыбки. Создание цельномостового протеза в приложении Digital Smile System [Электронный ресурс]. URL: <https://stomatologclub.ru/stati/ortopediya-11/kompyuternoe-modelirovanie-ulybki-sozdaniecelnomostovogo-proteza-v-prilozhenii-digital-smile-system-1333/> (дата обращения: 23.05.2002).
8. Vandenberghe B. The digital patient - Imaging science in dentistry. J. Dent. 2018; 74(1): S21–S6.
9. Camardella L.T. и др. Virtual setup: application in orthodontic practice. J. Orofac. Orthop. 2016; 77(6): 409–19.
10. Beuer F., Schweiger J., Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Brit. Dental J. 2008; 204(9): 505–11.
11. Ahrberg D. et al. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. Clin. Oral Investig. 2016; 20(2): 291–300.
12. Jarad F.D., Russell M.D., Moss B.W. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. Br. Dent. J. 2005; 199(1): 43–9; discussion 33.
13. Calamia J.R. и др. Smile design and treatment planning with the help of a comprehensive esthetic evaluation form. Dent. Clin. North Am. 2011b; 55(2): 187–209. vii.
14. Patel A., Chapple I. Periodontal Aspects of Esthetic Dentistry: Managing Recession Defects. Essentials of Esthetic Dentistry: Principles and Practice of Esthetic Dentistry 2015: 137–63.
15. Solaberrieta E. et al. Direct transfer of the position of digitized casts to a virtual articulator. J. Prosthet. Dent. 2013; 109(6): 411–4.
16. Cervino G. et al. Fem and Von Mises Analysis of OSSTEM® Dental Implant Structural Components: Evaluation of Different Direction Dynamic Loads. Open Dent. J. 2018; 12: 219–29.
17. Lauritano F. et al. Three-dimensional evaluation of different prosthesis retention systems using finite element analysis and the Von Mises stress test. Minerva Stomatol. 2016; 65(6): 353–67.
18. Brown M.W. et al. Effectiveness and efficiency of a CAD/CAM orthodontic bracket system. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2015; 148(6): 1067–74.
19. Magne P., Belser U. Natural oral esthetics // Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach. 2010; 57–98.
20. McLaren E.A., Garber D.A., Figueira J. The Photoshop Smile Design technique (part 1): digital dental photography. Compend. Contin. Educ. Dent. 2013a; 34(10): 772, 774, 776 passim.
21. Cervino G. et al. Dental Restorative Digital Workflow: Digital Smile Design from Aesthetic to Function. Dentistry J. 2019; 7(2): 30.
22. Omar D., Duarte C. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: A review of literature. Saudi Dent. J. 2018; 30(1): 7–12.
23. Coachman C., Calamita M. Digital Smile Design: A Tool for Treatment Planning and Communication



in Esthetic Dentistry. QDT 2012 Quintessence. 2012; 35: 1–9.

24.Шундрик М.А., Марченко И.Я., Ткаченко И.М. Современные критерии оценки эстетики улыбки. Вестник проблем биологии и медицины. 2018; 1(4 (146): 32–5.

25.Alexandre Câmara C. Esthetics in Orthodontics: six horizontal smile lines. Dent. Press J. Orthodont. 2010; 15: 118–31.

26.Nascimento D.C. et al. Influence of buccal corridor dimension on smile esthetics. Dent. Press J. Orthodon. 2012; 17(5): 145–50.

27.Prato G.P.P. et al. Interdental papilla management: a review and classification of the therapeutic approaches. Int. J. Periodont. Rest. Dent. 2004; 24(3): 246–55.

28.Ward D.H. Proportional Smile Design: Using the Recurring Esthetic Dental Proportion to Correlate the Widths and Lengths of the Maxillary Anterior Teeth with the Size of the Face. Dent. Clin. North Am. 2015; 59(3): 623–38.

29.Oliveira Farias F. de, Ennes J.P., Zorzatto J.R. Aesthetic Value of the Relationship between the Shapes of the Face and Permanent Upper Central Incisor. Int. J. Dent. 2010; 2010.

30.Sharma A., Luthra R., Kaur P. A photographic study on Visagism. Indian J Oral Sci. 2015; 6 (3): 122.

31.Morley J., Eubank J. Macroesthetic elements of smile design. J. Am. Dent. Assoc. 2001b; 132(1): 39–45.

32.Khazratov A. I., Rizaev J. A., Ganiev A. A. Epidemiological assessment of the incidence and mortality of oral cancer //Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2024. – Т. 4. – №. 12. – С. 99–103.

33.Koralakunte P.R., Aljanakh M. The Role of Virtual Articulator in Prosthetic and Restorative Dentistry. J. Clin. Diagn. Res. 2014; 8(7): ZE25–ZE28.

34.Kordass B. et al. The virtual articulator in dentistry: concept and development. Dent. Clin. North Am. 2002; 46.(3): 493–506, vi.

35.Maestre-Ferrín L. et al. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: An update. Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal. 2012; 17(1): e160–e163.

36.Rizaev J. A., Shodmonov A. A., Olimjonov K. J. Periimplantitis-early complications in dental implantations //Биомедицина ва амалиёт журнали. – С. 28.

37.Rizaev J. A. et al. The use of tenoten for outpatient oral surgery in children //Journal of Modern Educational Achievements. – 2023. – Т. 3. – №. 3. – С. 10–19.

38.Solaberrieta E. et al. Registration of mandibular movement for dental diagnosis, planning and treatment. Int. J. Interact. Des. Manuf. 2018; 12 (3): 1027–38.

39.Sousa Dias N., Tsingene F. SAEF - Smile's Aesthetic Evaluation form: a useful tool to improve communications between clinicians and patients during multidisciplinary treatment. Eur. J. Esthet. Dent. 2011; 6(2): 160–76.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРОТЕЗОВ, ФИКСИРУЕМЫХ НА ИМПЛАНТАТЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Нормуродова Р.З., Хусанбаева Ф.А., Асатуллаев Н.С., Муминова Д.Р.*

**Резюме.** Современные компьютерные технологии (CAD/CAM, 3D-сканирование, цифровое планирование и фрезерование) значительно изменили подход к созданию протезов, фиксируемых на денальные имплантаты. Их применение позволяет повысить точность, биосовместимость и долговечность ортопедических конструкций, а также сократить сроки лечения. Рабочий процесс стоматологического ортопедического лечения переживает стремительное развитие, стремясь к невиданным ранее вершинам эффективности и рентабельности, которые становятся реальностью благодаря современным технологиям. Оцифровка стоматологических записей, компьютерные методы визуализации и виртуальное планирование лечения не просто изменяют — они переворачивают клиническую практику с ног на голову. Предложенные подходы направлены на улучшение качества жизни пациентов, минимизацию побочных эффектов и повышение ее эффективности.

**Ключевые слова:** денальные имплантаты; протезирование на имплантатах; фиксация протезов; винтовая фиксация; цементная фиксация; гибридные конструкции; CAD/CAM-технологии; 3D-сканирование; цифровое моделирование; компьютерное проектирование; точность прилегания; биосовместимые материалы; эффективность протезирования; цифровая стоматология; долговечность конструкций.