

**Вьюрков Сергей Павлович**

стоматолог-ортопед,

Стоматологическая клиника Small Planet Atyrau

[uispa82@gmail.com](mailto:uispa82@gmail.com)

**Sergey P. Vyurkov**

orthopedic dentist.

Small Planet Atyrau dentistry clinic.

[uispa82@gmail.com](mailto:uispa82@gmail.com)

**Наш опыт применения CAD/CAM технологии  
при протезировании зубов и имплантов**

**Our experience of using CAD / CAM technology  
in dental prosthetics and implants**

***Аннотация:** статья содержит обоснование актуальности использования технологии CAD/CAM при протезировании зубов и имплантов. В статье автор сравнивает на практике полученные результаты использования технологии и доказывает ее эффективность. Современная стоматология не стоит на месте и развитие современных технологий позволяет проводить протезирование зубов и имплантов значительно точнее благодаря применению CAD/CAM технологии. Применение данной технологии значительно сокращает сроки изготовления ортопедических работ, улучшает точность прилегания и посадки реставраций на зубы и импланты. Компьютерное моделирование позволяет продемонстрировать будущую работу пациенту еще на этапе диагностики и планирования, что очень важно как элемент увеличения продаж.*

***Ключевые слова:** CAD/CAM, протезирование, ортопедия, имплантат, инновация.*

***Abstract:** the article provides a rationale for the relevance of using CAD/CAM technology for prosthetics of teeth and implants. In the article, the author compares the results of using the technology in practice and proves its effectiveness. Modern dentistry does not stand still and the development of modern technologies allows you to perform prosthetics of teeth and implants much more accurately thanks to the use of CAD / CAM technology. The use of this technology significantly reduces the production time of orthopedic work, improves the accuracy of fit and fit of restorations on teeth and implants. Computer modeling allows you to demonstrate future work to the patient at the stage of diagnosis and planning, which is very important as an element of increasing sales.*

***Keywords:** CAD/CAM, prosthetics, orthopedics, implant, innovation.*

Актуальность настоящего исследования заключается в том, что технологии CAD/CAM-систем являются уникальным изобретением в ортопедии, так как позволяют проектировать протезы зубов с повышенной точностью и эффективностью лечебно-диагностического процесса. Технологию считают инновационным прорывом в стоматологии, так как, ее возможности позволяют с точностью изготовить зубные протезы, оптимизировать как временной, так и материальный ресурс в стоматологии.

Данная технология стала применяться в стоматологии сравнительно недавно, и уже зарекомендовала себя. Технологические возможности CAD/CAM-систем предусматривают не только моделирование проекта изделия, но и непосредственное выполнение образца, что обеспечивает, в частности, спортивную травматологию необходимым ресурсом при создании защитных шин для спортсменов с учетом персональных анатомо-физиологических особенностей строения лицевого черепа [1].

Главное преимущество CAD/CAM-технологии заключается в том, что она обеспечивает чрезвычайную точность и предсказуемость посадки (с допуском менее 10 мкм). Хотя методы традиционного литья совершенствуются, они по-прежнему не позволяют обеспечить необходимую точность каркасов в силу природы используемых материалов и техники их обработки. Существует риск ошибки на этапе изготовления формы, а также высокая вероятность деформации металла и его неоднородности [2].

Технологии CAD/CAM, применяемые при изготовлении металлических каркасов, многократно повышают качество реставраций. Данные томографического сканирования преобразуются в трехмерные изображения, используемые специализированной программой для планирования лечения. Программное обеспечение для CAD включает базы данных, позволяющие создавать виртуальные модели реставраций из различных материалов, включая цирконий, титан, кобальт-хром, блоки IPS e-max и ПММА [6].



## Рисунок 1 – Программное обеспечение для CAD

Если стоматологическая лаборатория располагает собственным сканером, она может отправлять файлы в формате STL по электронной почте непосредственно во фрезеровальный центр. В противном случае рабочую и восковую модель отправляют с курьером [7].

Если вся подготовительная работа была проведена правильно, можно не сомневаться в точности изготовления реставрации (то есть, в пассивной посадке каркаса). Оптимальный выбор толщины основы коронок или метода соединения промежуточных элементов протеза может предотвратить скручивание или деформацию каркаса в процессе обжига керамики.

Субтрактивный метод изготовления в сочетании с цифровым моделированием исключает риск изменения структуры материала. Созданный таким образом металлический каркас отличается оптимальной однородностью и плотностью [6].

При изготовлении супраструктур с опорой на имплантаты фрезерование является наиболее предпочтительным методом, позволяющим обеспечить высочайшую точность и пассивную посадку каркаса. Избрав такой подход, стоматолог может рассчитывать на воспроизводимые результаты, превосходную посадку каркасов и качественную герметизацию реставраций [4].

В своей практике мы используем данную технологию, рис. 2.

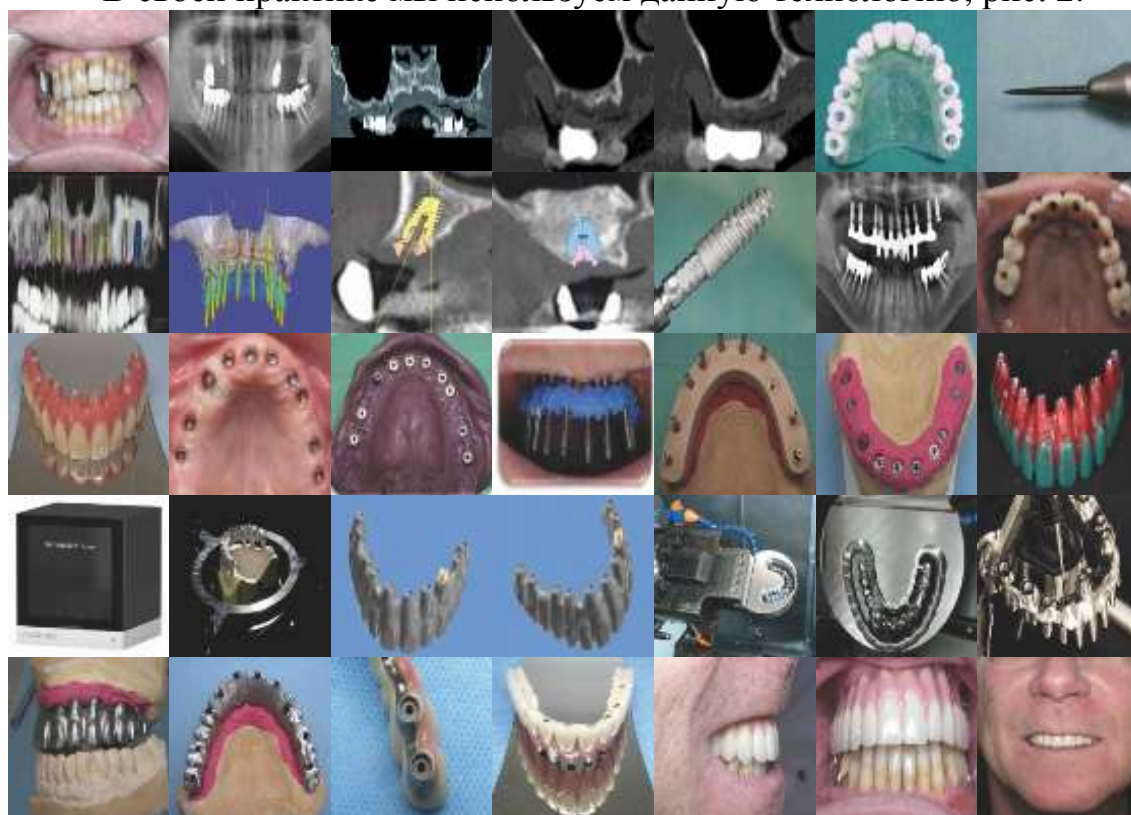


Рисунок 2 – Практика применения CAD/CAM-системы

Мы провели остеогенную активацию костной ткани в области трансплантации материала Maxgraft по методу Scortecci. Лечение спланировали при помощи специализированной программы SIMPLANT (DENTSPLY Implants). Система имплантатов Axiom PX обладает двумя существенными преимуществами: переключением платформы и индексированным соединением в форме конуса Морзе. Последнее заметно облегчает установку абатмента.

С помощью силиконовых индексов (вестибулярного, окклюзионного и небного), полученных с использованием временного мостовидного протеза, в лаборатории изготовили восковую модель.

Рабочую модель отсканировали и перевели в цифровое изображение, после чего начинается процесс изготовления реставрации. Все элементы фрезеруются из титановых блоков с помощью высокоточных пятикоординатных фрезероувальных станков.

Было проведено исследование двух групп клиентов клиники, чтобы доказать эффективность технологии. Полученные в процессе обследования пациентов индивидуальные антропометрические параметры ЗЧС и движения нижней челюсти были использованы для проектирования и изготовления временных и постоянных зубных протезов по усовершенствованной методике моделирования жевательной поверхности несъемных конструкций зубных протезов на CAD/CAM-системе «Hint-Els».

В клинике проведена оптимизация лабораторного этапа изготовления конструкций зубных протезов, которая позволила повысить производительность фрезерования данной CAD/CAM-системы с сохранением высокой точности изготовленных зубных протезов. Подтверждением этого стали данные, полученные при исследовании зазора между внутренней поверхностью конструкции и твердыми тканями зуба на горизонтальном компараторном микроскопе (в пределах  $40 \pm 8$  мкм) [9].

Использование усовершенствованного протокола CAD/CAM-технологии в основной группе пациентов при ортопедическом лечении ДГТЗ и ДЗР позволило статистически значимо снизить процент окклюзионных статических и динамических нарушений в сопоставлении с группой сравнения. Уровень расположения окклюзионной плоскости (УОП) по сравнению с расчетной индивидуальной нормой в основной группе пациентов составил 89,3 %, в группе сравнения — 75,4% [10].

При сопоставлении данных оценки УОП до лечения у пациентов основной группы улучшение после ортопедического лечения составило 24,6%, в группе сравнения — 11,5%. Кроме этого, разница УСРП-УССП нормализовалась у 96,1 % пациентов основной и у 83,1 % пациентов группы сравнения.

Таким образом, положительный результат после ортопедического лечения у пациентов основной группы составил 42,7 %, в группе сравнения — 21,3 % [8].

По завершению периода адаптации к конструкциям постоянных зубных протезов (в среднем через 3 мес.) проведена дополнительная оценка их эффективности с использованием индекса GRS (степень удовлетворенности пациентов результатами ортопедического лечения) (табл. 1).

Таблица 1 – Индекс GRS по результатам протезирования у пациентов в группах наблюдения

Индекс	Основная группа (129 чел.)			Группа сравнения (147 чел.)		
	1 (69 чел.)	2 (20 чел.)	3 (40 чел.)	1 (94 чел.)	2 (15 чел.)	3 (38 чел.)
GPS	2,1±0,29*	3,1±0,41*	2,6±0,32	2,9±0,25*	5,1±0,39*	2,7±0,20
Средний GPS	2,88±0,36*			4,47±0,34*		

В целом пациенты основной группы и группы сравнения были удовлетворены осуществленным протезированием. Вместе с тем по результатам их самооценки выявлена статистически значимо более высокая успешность ортопедического лечения в основной группе по сравнению с группой сравнения. Так, степень удовлетворенности пациентов качеством протезирования по шкале GRS составила 2,88±0,36 и была достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем у пациентов группы сравнения (4,47±0,34)

Таким образом, сегодня стоматологические лаборатории используют высокотехнологичное оборудование для сканирования, позволяющее создавать цифровые рабочие и восковые модели. Технология CAD/CAM обеспечивает уровень качества и точности, недостижимый при использовании традиционных методов. Пассивная посадка, критически важная для успешной установки супраструктур с опорой на имплантаты, определяет долговечность таких ортопедических конструкций. Добиться пассивной посадки реставраций большой протяженности при использовании технологии CAD/CAM значительно проще, нежели в случае традиционных методов литья. Применение технологии CAD/CAM при изготовлении реставраций с опорой на имплантаты обеспечивает точную и предсказуемую посадку каркаса (с погрешностью менее 10 мкм) [11].

Кроме того, специализированные фрезеровальные центры могут изготавливать реставрации из полностью биосовместимых материалов, например, титана и циркония. Все преимущества технологии CAD/CAM раскрываются только в сочетании с безопасными и надежными системами имплантатов, обладающими превосходными биологическими и биомеханическими характеристиками.

Мы полагаем, что методы CAD/CAM станут неотъемлемой частью работы стоматолога. Уже сегодня решения CAD/CAM вполне доступны для любой клиники, а их применение не требует фундаментальных изменений рабочих процессов.

### **Литература**

1. Абакаров, С. И. Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава при патологической стираемости твердых тканей зубов / С. И. Абакаров // Труды Всесоюзного съезда стоматологов. – 2019. – С. 137–138.

2. Абакаров, С. И. Ортопедическое лечение больных с заболеваниями височно-нижнечелюстного сустава при нормальной высоте нижнего отдела лица / С. И. Абакаров // Труды Всесоюзного съезда стоматологов. – 2019. – С. 138–139.

3. Антоник, М. М. Применение инструментальной диагностики регистрации смещения головки нижней челюсти как важный элемент комплексной диагностики мышечно-суставной дисфункции у пациентов с патологией окклюзии / М. М. Антоник, Ю. А. Калинин // Российский стоматологический журнал. – 2020. – № 3. – С. 15–17.

4. Ряховский, А. Н. Система оценки и критерии качества протезирования искусственными коронками. Часть I / А. Н. Ряховский, М. М. Антоник // Клиническая стоматология. – 2015. – № 2. – С. 54.

5. Ворожко, А. А. Возможности индивидуального подхода к планированию ортопедического лечения с учетом аллергического анамнеза пациента / А. А. Ворожко, В. А. Клемин // Современная ортопедическая стоматология. – 2018. – № 23. – С. 27–29.

6. Гринин, В. М. Анализ причин и целей обращений населения за терапевтической и ортопедической стоматологической помощью в условиях стоматологического рынка / В. М. Гринин, Н. Н. Предтеченский // Стоматология для всех. – 2020. – № 1. – С. 32–33.

7. Токаревич, И. В. Методика определения жевательной эффективности с применением разработанной жевательной пробы / И. В. Токаревич, Ю. Я. Наумович, А. Л. Богуш // Военная медицина. – 2019. – № 2. – С. 106–109.

8. Трезубов, В. Н. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение / В. Н. Трезубов, Л. М. Мишнев, Е. Н. Жулев. – Москва: Академия, 2018. – 473 с. 25.

9. Экспериментальное исследование процессов разрушения полунатурных керамических элементов зубных протезов методом регистрации сигналов акустической эмиссии / А. Г. Рогожников, В. Э. Вильдеман, А. В. Биккулова, Е. М. Зубова, Г. И. Рогожникова, О. А. Шулятникова // Российский журнал биомеханики. – 2018. – № 2 (22). – С. 230–240

10. Шлейко, В. В. Компьютерная томография как основной инструмент при планировании и прогнозировании комплексного

стоматологического лечения / В. В. Шлейко, С. Е. Жолудев // Проблемы стоматологии. – 2017. – № 2. – С. 55–57.

11. Шатров, И. М. Изучение качества жизни у пациентов с дефектами зубов и зубных рядов после ортопедического лечения с использованием керамических реставраций / И. М. Шатров, Л. В. Ведерникова, С. Е. Жолудев // Проблемы стоматологии. – 2019. – № 4 (9). – С. 53–57.

#### *Literature*

1. Abakarov, S. I. Dysfunction of the temporomandibular joint with pathological erasure of hard tooth tissues/S. I. Abakarov//Proceedings of the All-Union Congress of Dentists. - 2019. - S. 137-138.

2. Abakarov, S. I. Orthopedic treatment of patients with diseases of the temporomandibular joint at a normal height of the lower face/S. I. Abakarov//Proceedings of the All-Union Congress of Dentists. - 2019. - S. 138-139.

3. Anthonic, M. M. The use of instrumental diagnostics for recording the displacement of the mandible head as an important element in the comprehensive diagnosis of muscle-articular dysfunction in patients with occlusion pathology/M. M. Antonik, Yu. A. Kalinin//Russian dental journal. - 2020. - No. 3. - S. 15-17.

4. Ryakhovsky, A. N. The system for assessing and criteria for the quality of prosthetics with artificial crowns. Part I/A. N. Ryakhovsky, M. M. Antonik//Clinical dentistry. - 2015. - No. 2. - P. 54.

5. Vorozhko, A. A. Possibilities of an individual approach to planning orthopedic treatment taking into account the allergic history of the patient/A. A. Vorozhko, V. A. Klemin//Modern orthopedic dentistry. - 2018. - No. 23. - S. 27-29.

6. Grinin, V. M. Analysis of the causes and goals of public appeals for therapeutic and orthopedic dental care in the dental market/V. M. Grinin, N. N. Predtechensky//Dentistry for all. - 2020. - No. 1. - S. 32-33.

7. Tokarevich, I.V. Methodology for determining chewing effectiveness using a developed chewing sample/I.V. Tokarevich, Yu. Ya. Naumovich, A.L. Bogush//Military medicine. - 2019. - No. 2. - S. 106-109.

8. Trezubov, V.N. Orthopedic dentistry. Applied Materials Science/V.N. Trezubov, L.M. Mishnev, E.N. Zhulev. - Moscow: Academy, 2018. - 473 p. 25.

9. Experimental study of the processes of destruction of semi-latent ceramic elements of dentures by the method of recording acoustic emission signals/A. G. Rogozhnikov, V. E. Vildeman, A. V. Bikkulova, E. M. Zubova, G. I. Rogozhnikov, O. A. Shulyatnikov//Russian Journal of Biomechanics. - 2018. - No. 2 (22)

10. Shleiko, V.V. Computed tomography as the main tool in the planning and prediction of comprehensive dental treatment/V.V. Shleiko, S.E. Zholudev//Problems of dentistry. - 2017. - No. 2. - S. 55-57.

11. Tatrov, I. M. Study of quality of life in patients with defects in teeth and dentition after orthopedic treatment using ceramic restorations/I. M. Shatrov, L. V. Vedernikova, S. E. Zholudev//Problems of dentistry. - 2019. - No. 4 (9). - S. 53-57.