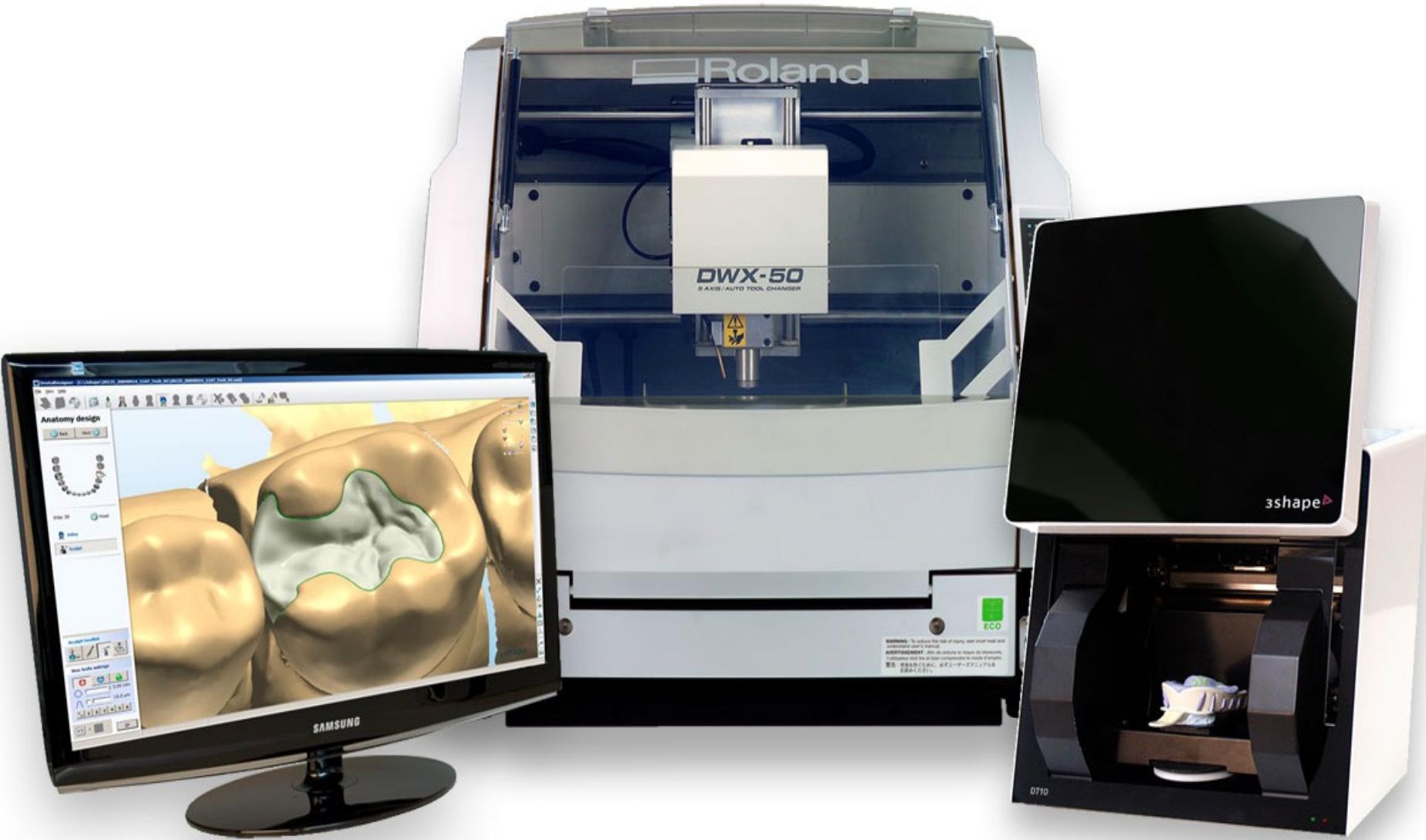


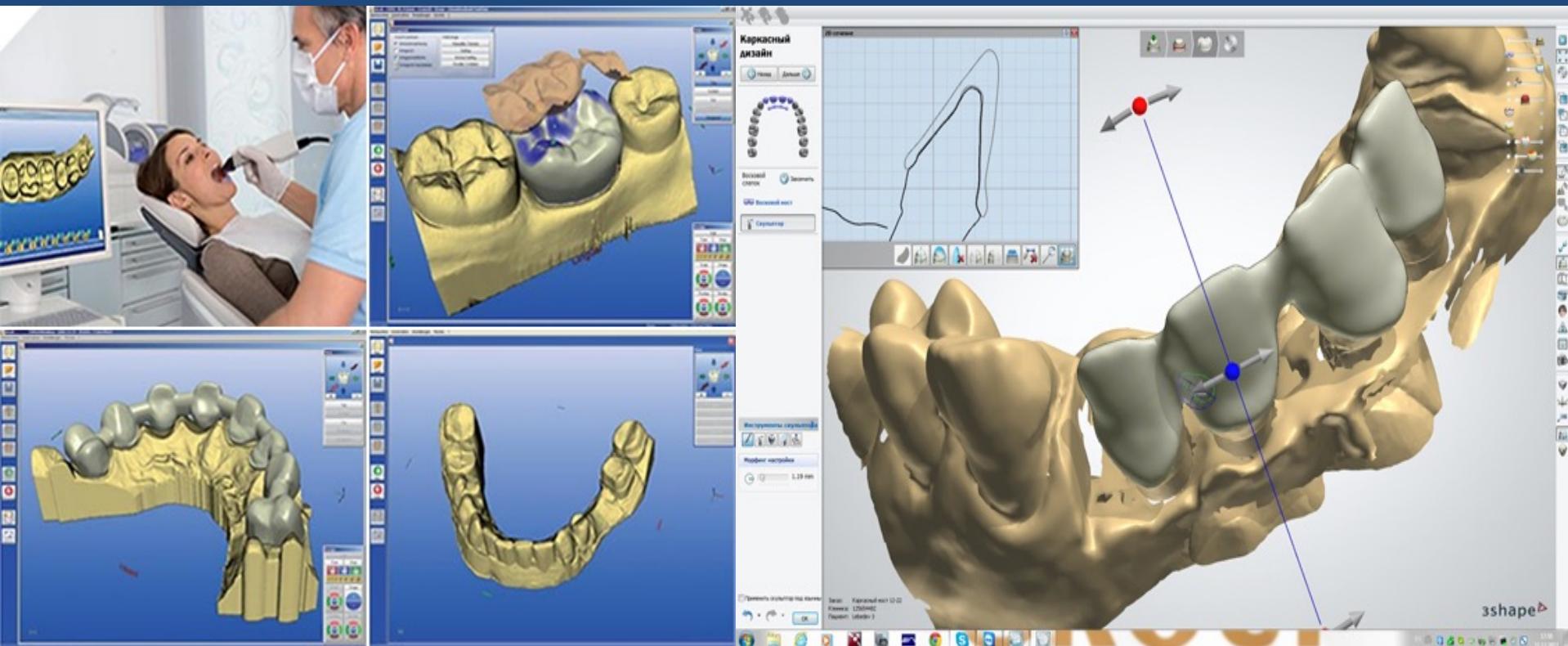


# CAD/CAM решение для стоматологии.

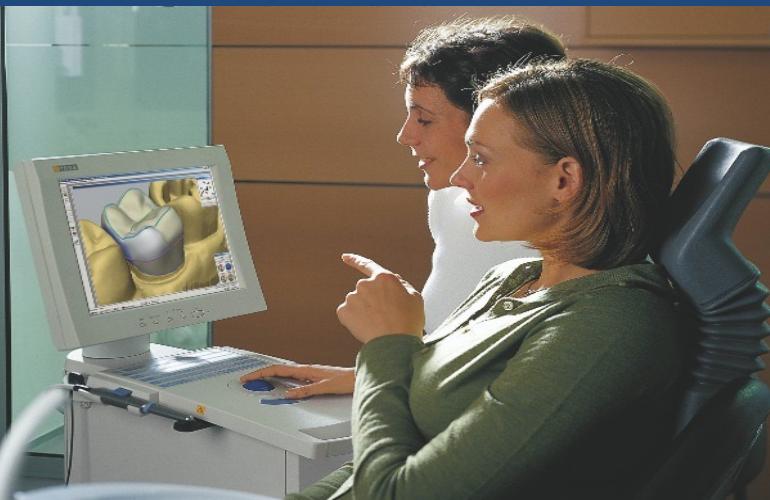


## Что же такое CAD/CAM?

CAD/CAM – это сокращение слов Computer-Aided Design (проектирование с использованием компьютерной технологии) и Computer-Aided Manufacture (изготовление с использованием компьютерной технологии). В течение многих лет системы CAD/CAM находили себе применение в различных отраслях промышленности, особенно в автомобильной. Компьютеры облегчают все стадии автомобильного производства, начиная с исходной концепции проекта и вплоть до конечного производства составляющих машину деталей. Ныне такие технологии находят себе множество разнообразных применений в медицине и стоматологии.

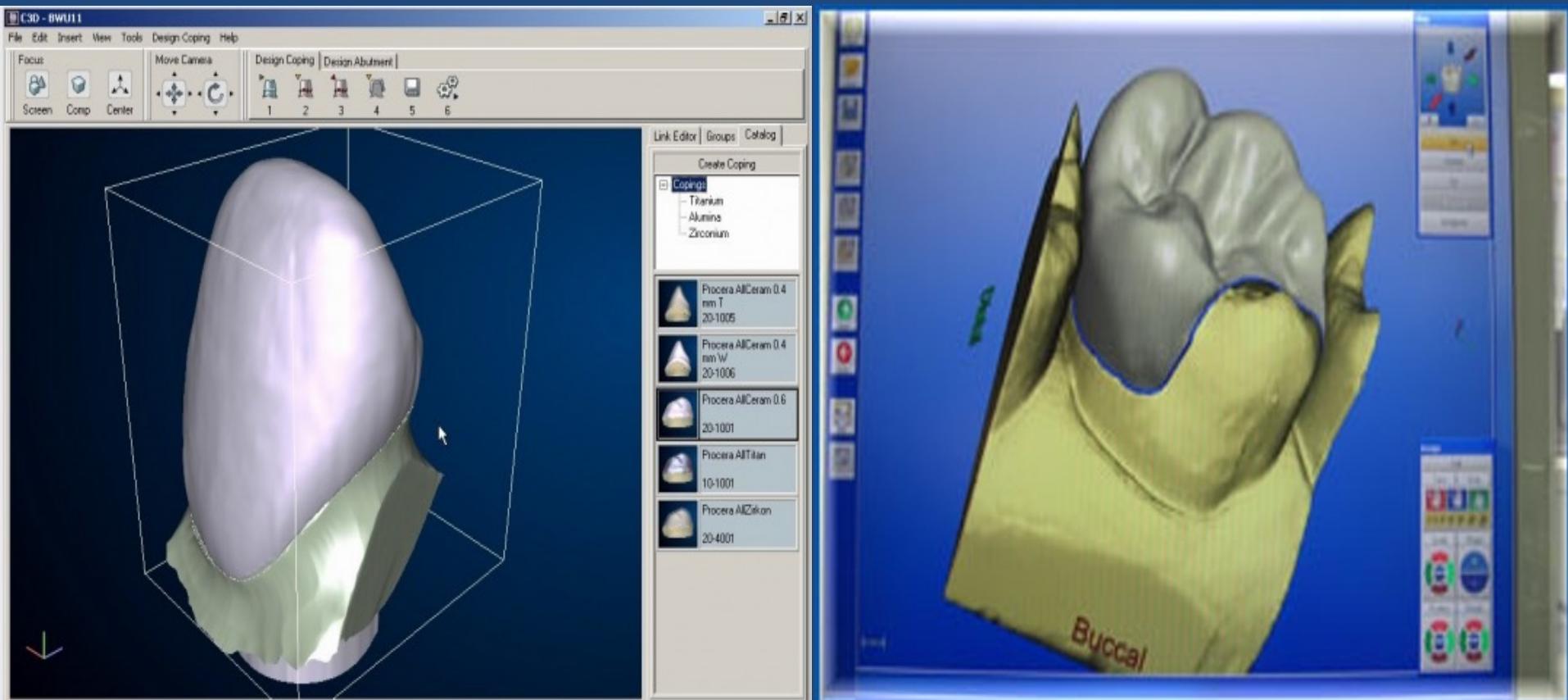


Проектирование с использованием компьютерной технологии — это использование компьютерных систем для проектирования и разработки продукта. Компьютер применяется в качестве высокоусовершенствованного заменителя чертежной доски, позволяющего выполнить трехмерное моделирование и проектирование, не прибегая к ручке и туси. Модель, созданная в такой системе, может быть показана под любым углом, а также может быть смоделирована так, чтобы рассмотреть ее проекцию в определенном освещении. Отдельные элементы чертежа могут быть пересмотрены, заменены, а вся модель в целом — перестроена заново. После того, как проект доведен до окончательного уточнения, детализированные и снабженные размерами чертежи, могут быть распечатаны с целью использования в процессе производства. Или же, с другой стороны, они могут быть переданы далее, и информация относительно формы детали может быть превращена в производственные инструкции, которые будут переданы непосредственно машинам, изготавлиющим данную деталь.



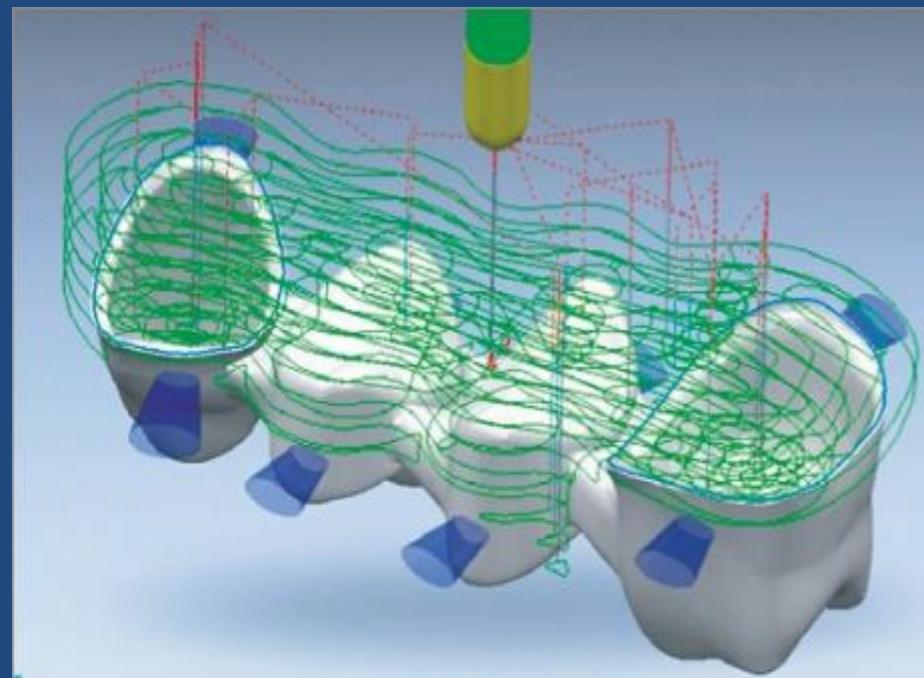
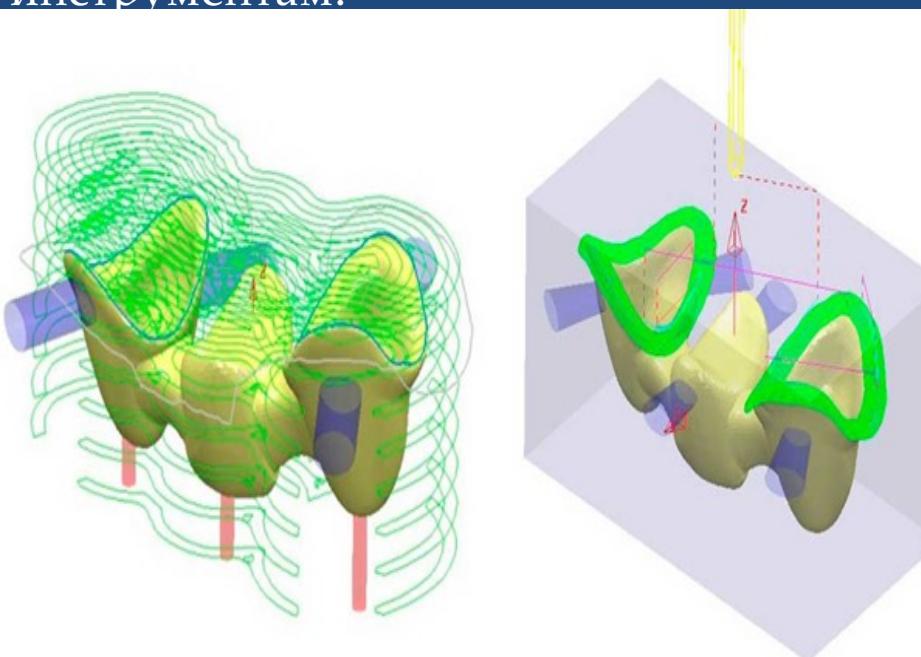
## Анализ конечного элемента

В особенно прогрессивных системах, возможно, принимать в расчет также и структурные свойства материалов. Математическое моделирование конструкции с использованием этих величин дает возможность получить оценку определенных моментов ее поведения еще до того, как она покинет кульман. Эта технология известна под названием "анализ конечного элемента". Можно оценить последствия тех или иных изменений в проекте в отношении поведения детали, еще прежде чем она будет изготовлена хотя бы в виде физической модели.



## САМ (Изготовление с использованием компьютерной технологии)

Изготовление с использованием компьютерной технологии — это использование компьютерных систем для управления механизированными инструментами. Это позволяет придавать материалам определенную форму с тем, чтобы создавать из них конструкции и приспособления. Компьютеры, контролирующие механизированные инструменты, могут действовать в соответствии с инструкциями, полученными от системы проектирования с использованием компьютерной технологии. Таким образом, возникает полная интегрированная система. Объект, который необходимо изготовить, конструируется на экране компьютера, после чего проект воплощается в жизнь компьютером же, передающим свои инструкции непосредственно механизированным инструментам.



## Чем CAD/CAM отличается от традиционных методов изготовления зубных протезов.

По сравнению с традиционным методом изготовления каркасов литьем, технология CAD/CAM не занимает так много рабочего времени и площадей. При работе CAD/CAM оборудования исключается человеческий фактор, т.е. основную высокоточную работу берет на себя машина. Фрезерный станок может находиться удаленно от сканера, т.е. сканер находится в Киеве, а высокоточный фрезерный станок в Швеции.



С помощью CAD/CAM – систем можно изготовить:

- одиночные коронки и мосты малой и большой протяженности; телескопические коронки;
- индивидуальные абатменты для имплантатов;
- создать временные коронки.



## Какие бывают системы CAD/CAM?

Системы CAD/CAM делятся на два вида: «открытые» и «закрытые».

К «закрытым» системам относятся такое оборудование, которое может работать только с определенными расходными материалами (дисками, блоками из оксида циркония и пр), производимыми как правило одной компанией. Например, Cerec и inLab от Sirona; Cercon от DeguDent.

К «открытым» системам, которые могут работать с широким спектром расходных материалов разных производителей.



# Оксид циркония и CAD/CAM – технологии в зуботехнической лаборатории и кабинете стоматолога.

## 1. Применение циркония в стоматологии:

Циркон ( $ZrSiO_4$ ) - один из самых старых и распространенных минералов земной коры.

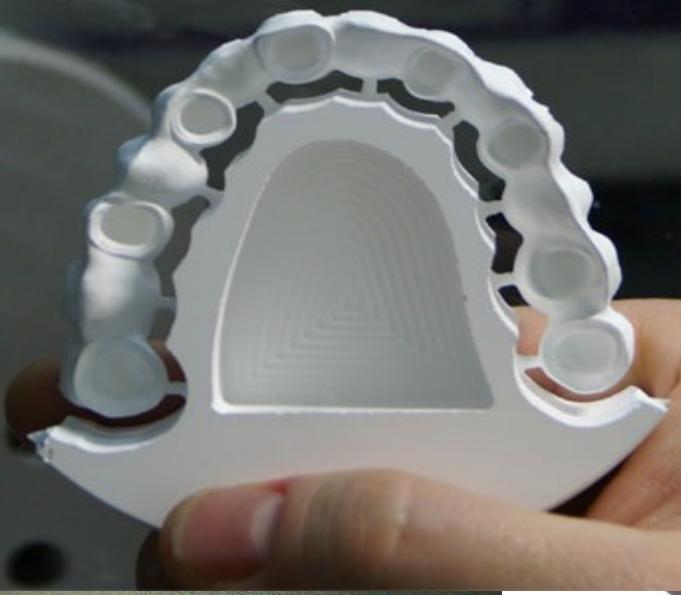
Циркон - минерал подгруппы силикатов - был открыт в 1789 г. немецким химиком М.Г. Клапротом.

Диоксид циркония ( $ZrO_2$ ) встречается в природе в виде соединений химического элемента циркония. В ортопедической стоматологии диоксид циркония применяется с середины 1990-х годов и в стоматологической практике его кратко называют оксидом циркония или цирконием.

Среди имеющихся сегодня в распоряжении стоматологов материалов диоксид циркония обладает исключительной биосовместимости, безусловно, демонстрирует наилучшие характеристики, необходимые для изготовления современных зубных протезов.

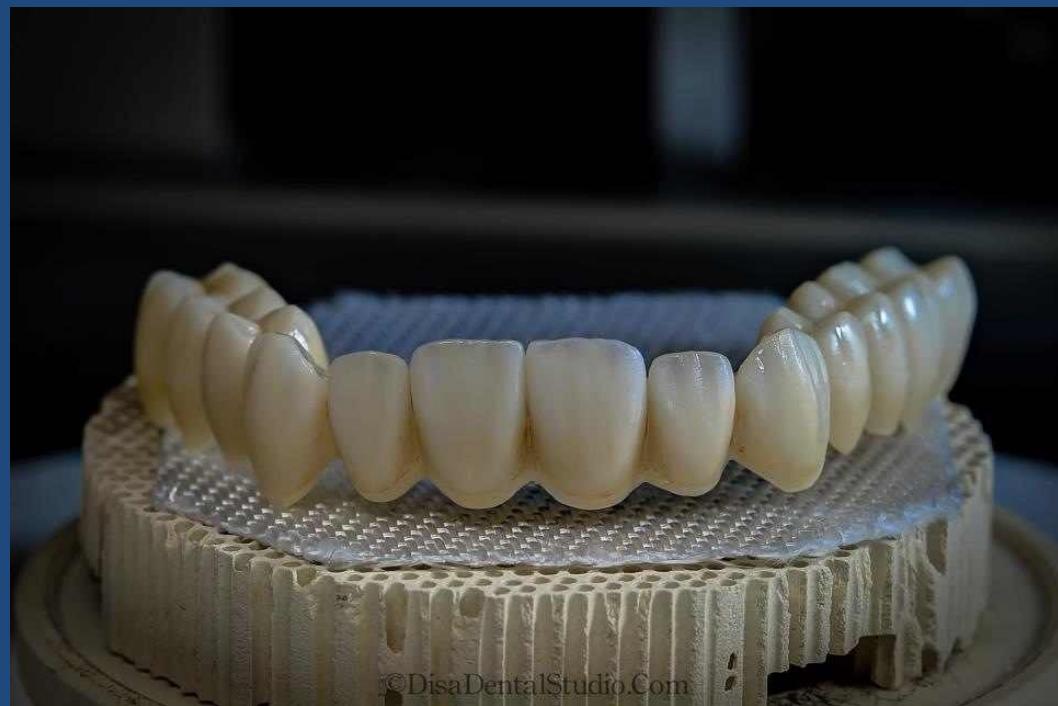


Каркасы коронок из оксида циркония.



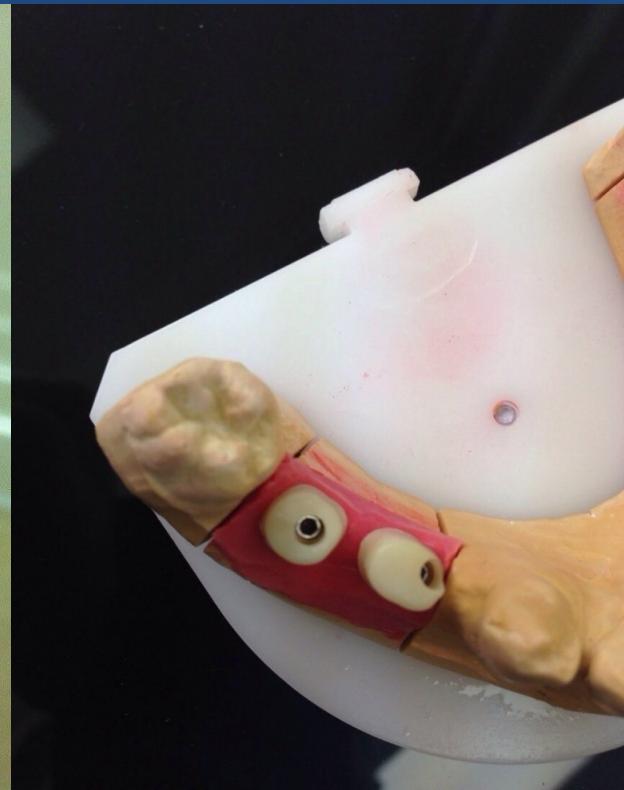
## 2. Показания и противопоказания для применения оксида циркония.

Современные технологии, работающие с оксидом циркония, позволяют изготавливать каркасы как для одиночных коронок, так и для мостовидных конструкций протяженностью, в зависимости от вида оксида циркония, от 3 до 16 единиц.



Область применения оксида циркония включает широкий спектр показаний:

- дефект твердых тканей зуба;
- дефекты зубных рядов;
- состояние после имплантации при полном отсутствии зубов.



## Потенциальные противопоказания для применения безметалловой керамики на основе оксида циркония:

- наличие низкой клинической высоты естественных зубов (мелкие зубы) в области коннекторов мостовидного протеза;
- глубокий прикус;
- бруксизм;
- площадь зон сочленения отдельных элементов в каркасе мостовидного протеза не должна быть менее  $9\text{ mm}^2$ .



Глубокий прикус



Схема автоматизированной организации работы, позволяющая быстро изготавливать супер точные и суперпрочные зубные протезы по технологии CAD/CAM:



Слепок



Гипсовая модель



Сканирование модели



Моделирование в системе DentCAD



Подготовка управляющей программы в системе DentMill



Вытачивание протезов на станке с ЧПУ

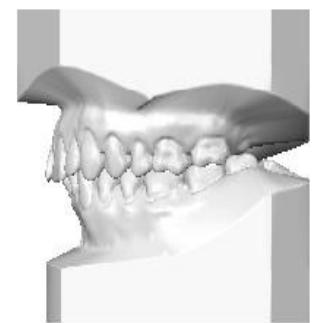
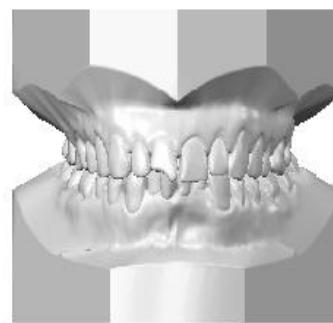
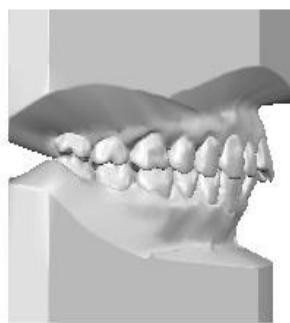


Спекание

# Шаг 1

## Слепок. Гипсовая модель

Получение слепка полости рта выполняется точно так же, как и при традиционных методиках зубопротезирования. С полученного слепка изготавливается гипсовая модель челюсти пациента.



## Шаг 2

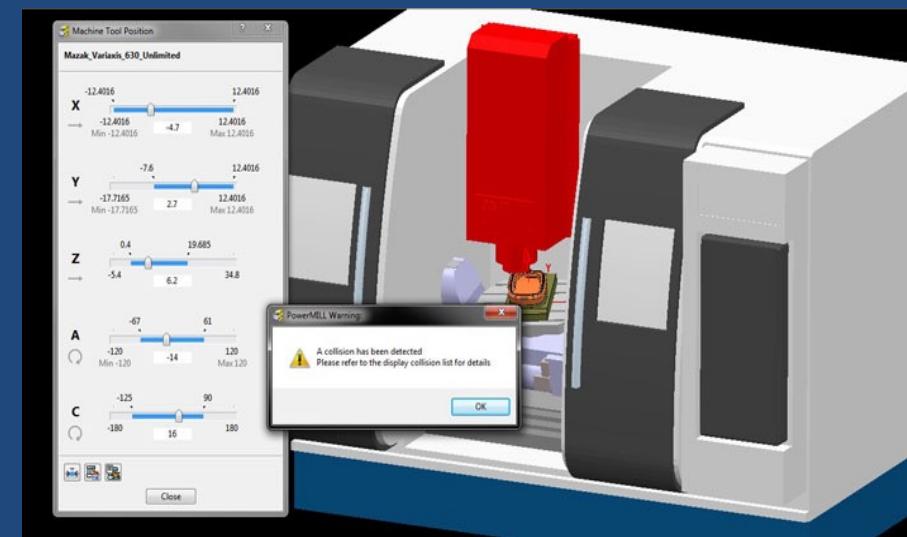
### Сканирование.

Главной целью этого шага является получение цифровых данных, на основе которых будут построены электронные трехмерные модели требуемых изделий (коронки, протезы, мосты и т.д.). Оцифрованные данные сохраняют в формате STL.

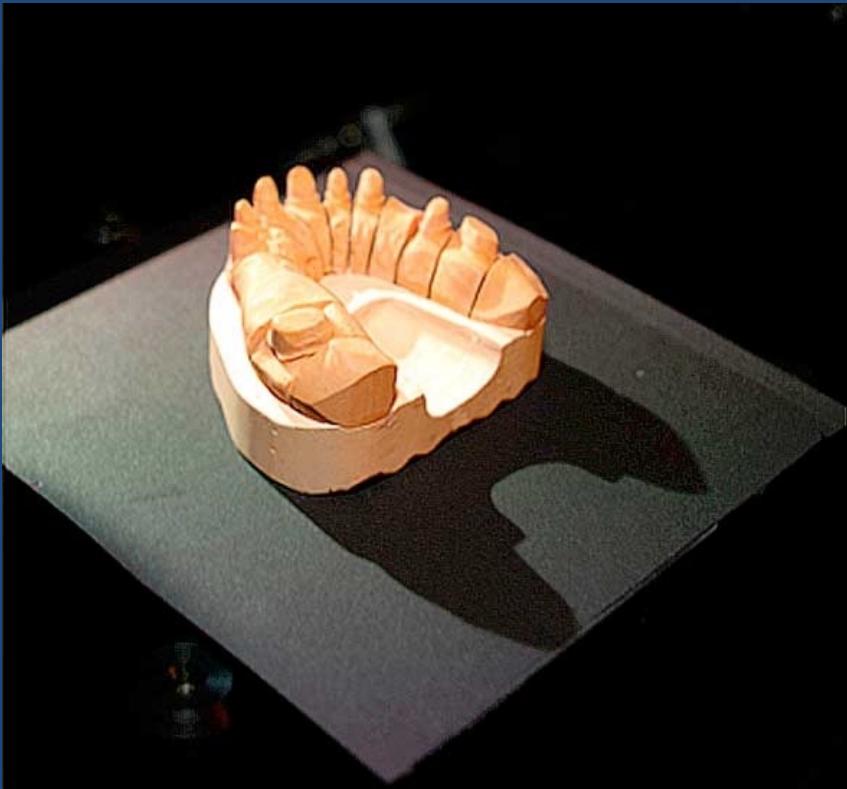
Для сканирования модели используется специальный лазерный сканер для стоматологии – Iscan D102i фирмы Imetric (Швейцария). Это очень простой прибор, не требующий дополнительной квалификации.

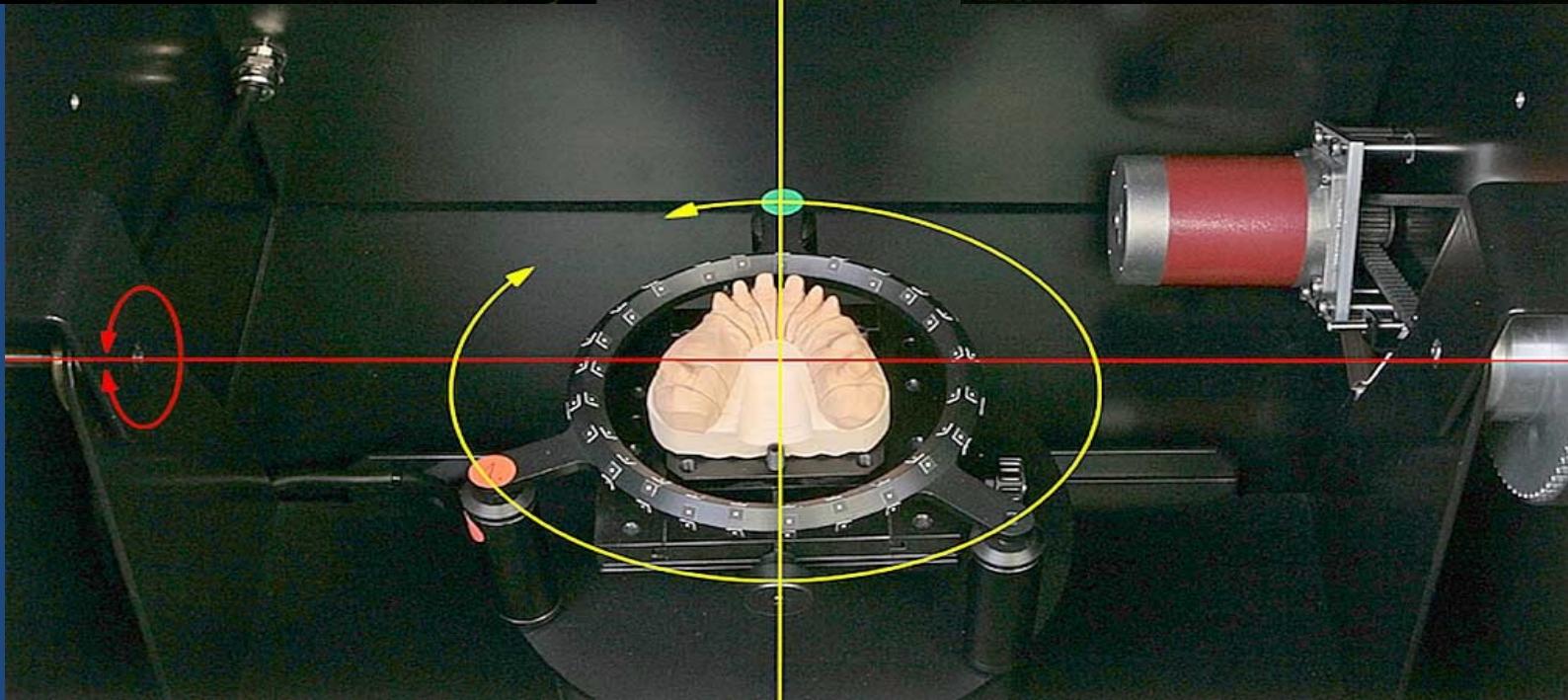
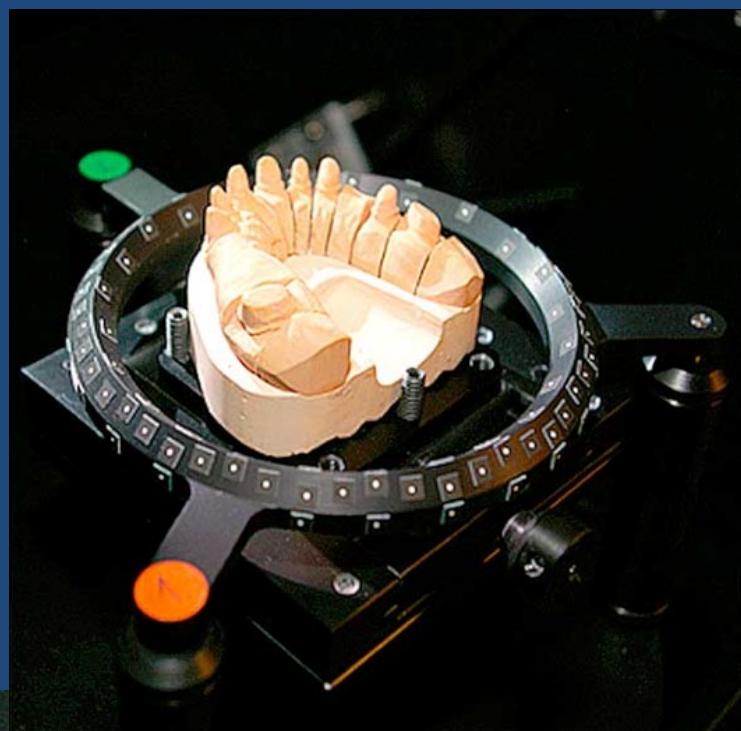
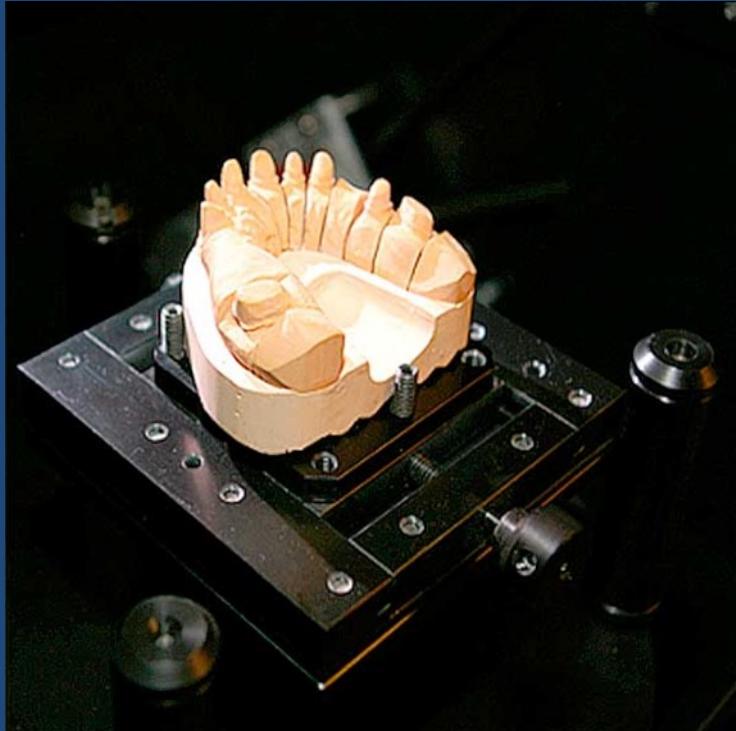
Основные характеристики сканера Iscan D102i

- Габаритные размеры - 500 x 540 x 520 мм
- Вес - 15 кг.
- Время сканирования - 2 сек. Время сканирования зависит от мощности компьютера и от настроек качества сканирования
- Электропитание - 110-220 Вольт, 50/60 Гц
- Потребляемая мощность - 50 Вт

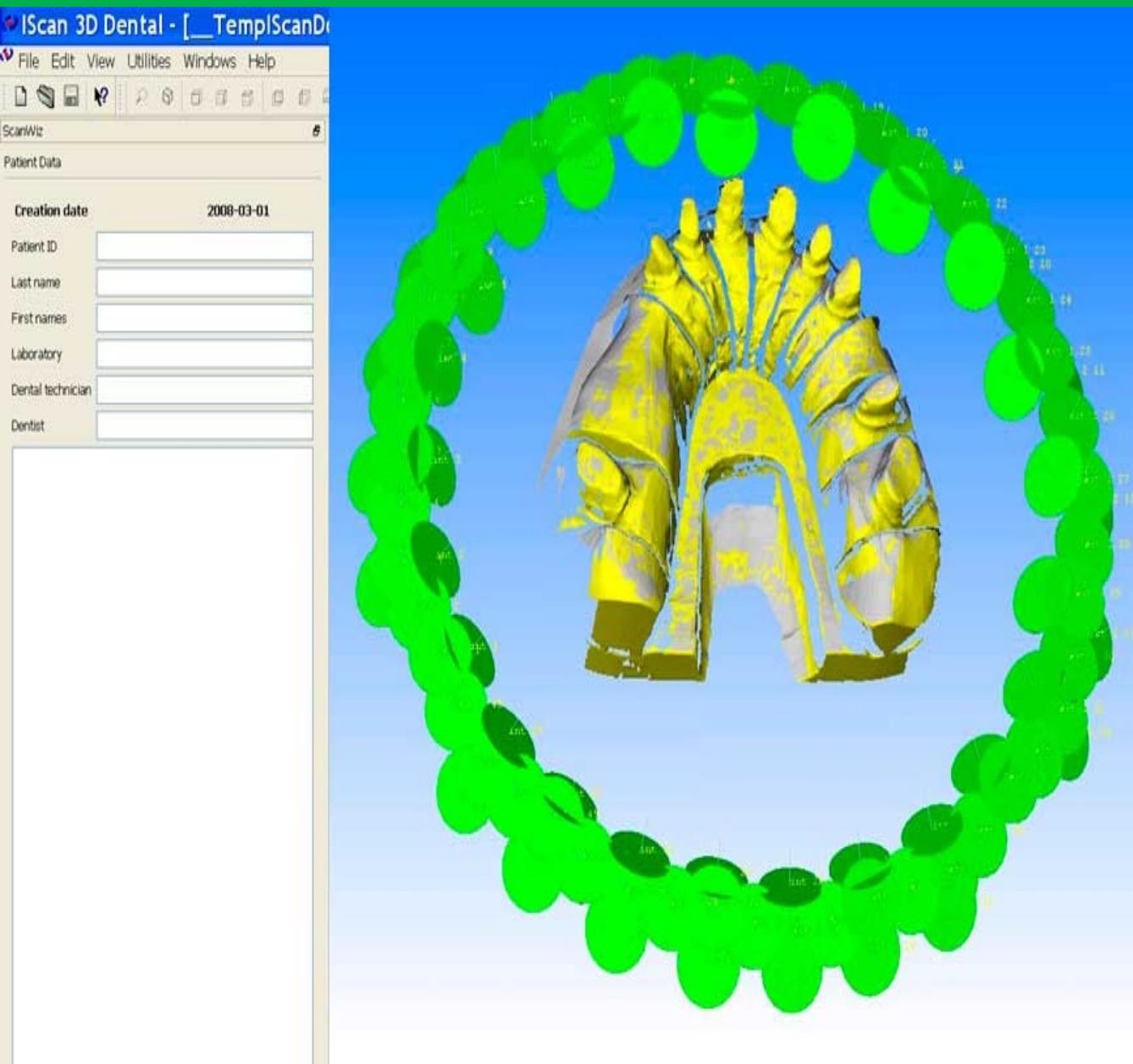


Гипсовая модель в фиксирующем приспособлении сканера. Полностью автоматизированная, 2x осевая система.





Результатом сканирования и основой работы для DentCAD является трехмерная компьютерная геометрическая модель (в виде STL-файла) участка полости рта, на котором планируется установить зубной протез.



Ввод данных  
пациента  
и получение  
изображений.

Определение поврежденных зон и их типа, например, мост. Картинки подбираются в соответствии с типом изделия.

Labelling system International

Type of jaw:  Upper jaw  Lower jaw

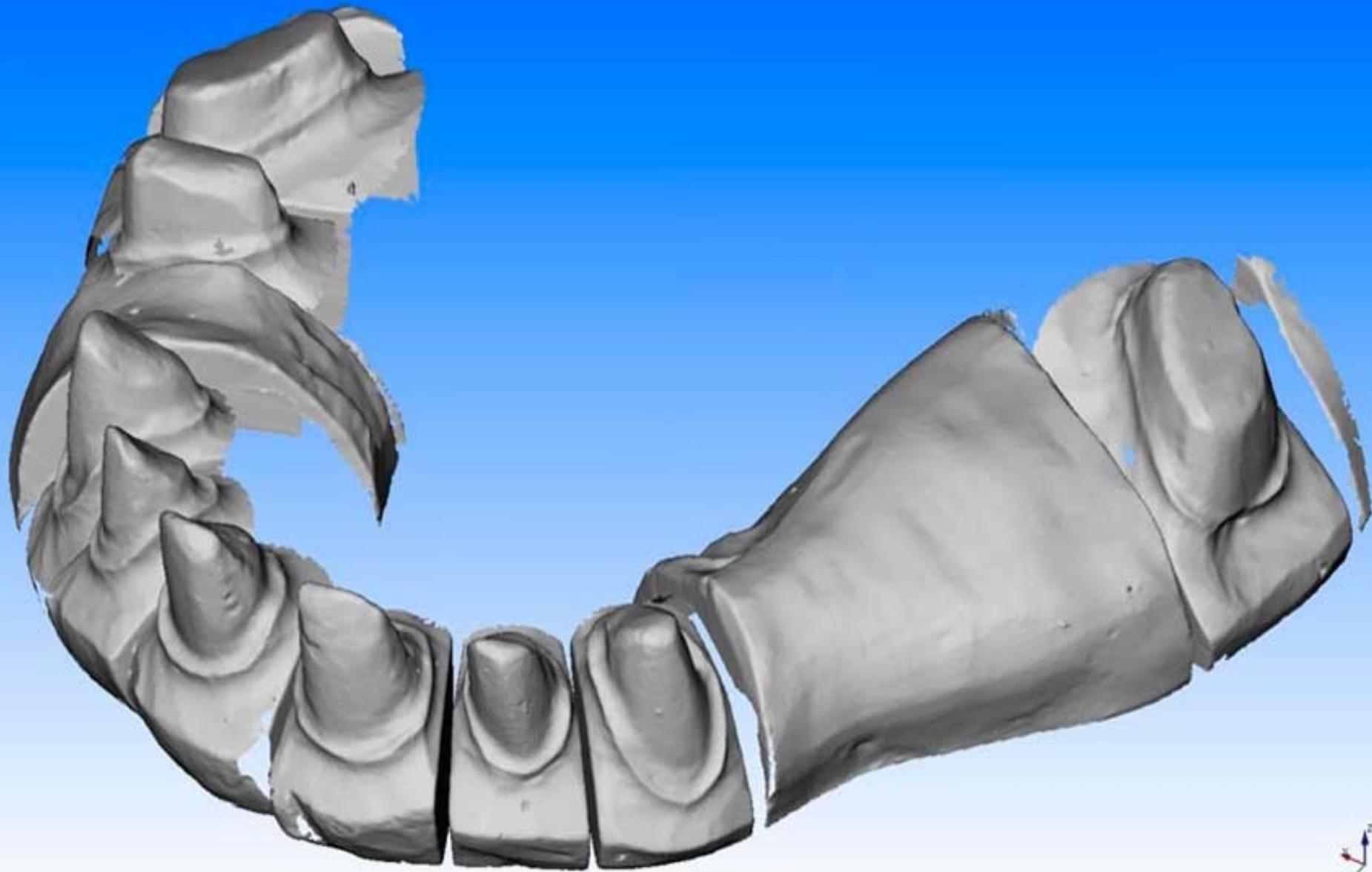
Type of scan:  Crowns or Inlays  Check-bite  
 Wax-up  Complete

Upper Jaw

Gap  
Pontic  
Crown  
Inlay  
Wax-up  
Check-bite  
Complete

DLP image view

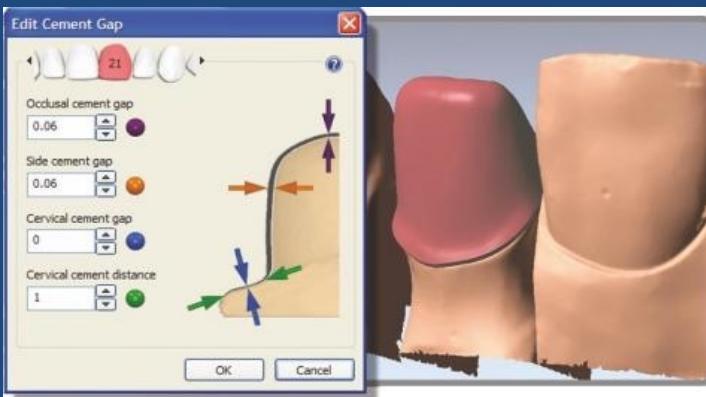
Законченная после сканирования модель экспортируется в STL формате



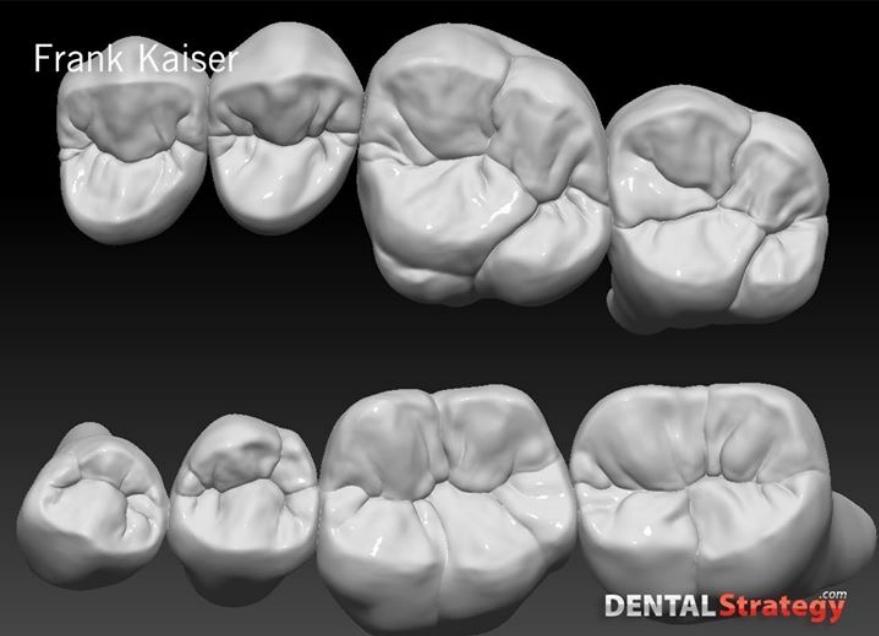
### Шаг 3 CAD.

Трехмерное моделирование (3D) в системе DentCAD. Полный файл импортируют в CAD систему DentCAD. Она предназначена для компьютерных моделей коронок, протезов, мостов и т.д. С передачей в CAM систему DentMILL для программирования на станке с ЧПУ. Система DentCAD была разработана специально для стоматологов, в ней используется соответствующая терминология. Интуитивный интерфейс. Программа ориентирована на новичков в использовании CAD-систем пользователей.

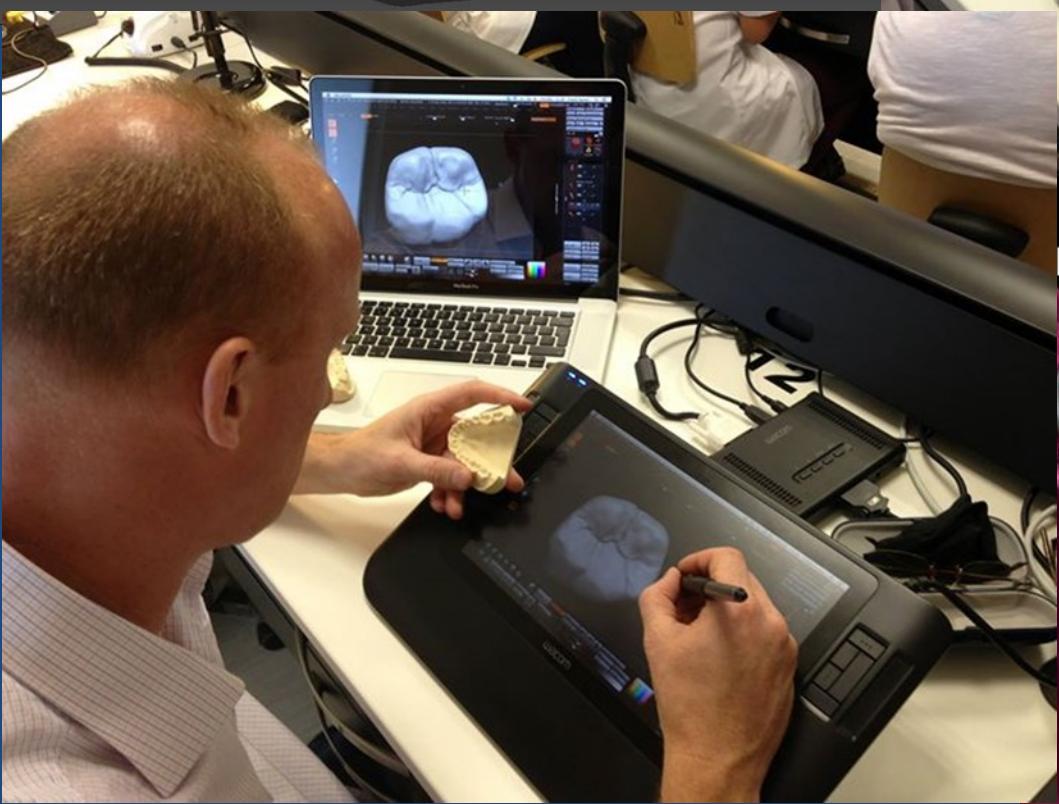
На этом шаге стоматолог должен выбрать из базы данных подходящий по форме зуб и доработать его средствами DentCAD. Поставляемая с DentCAD база данных содержит модели каждого зуба. Для редактирования геометрии используются функции скульптурного моделирования. В процессе моделирования можно масштабировать компьютерную модель, чтобы в процессе



Frank Kaiser



DENTALStrategy.com



Frank Kaiser



DENTALStrategy.com

## Select teeth and restoration type

Choose a restoration type and click on the teeth that you wish to work on in the diagram

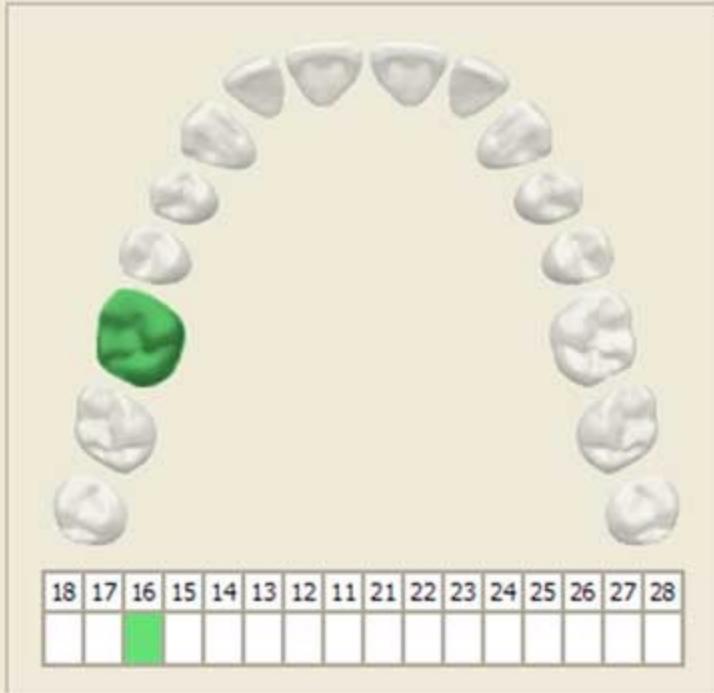


Простой и удобный  
интерфейс построен  
на мастерах

Select jaw

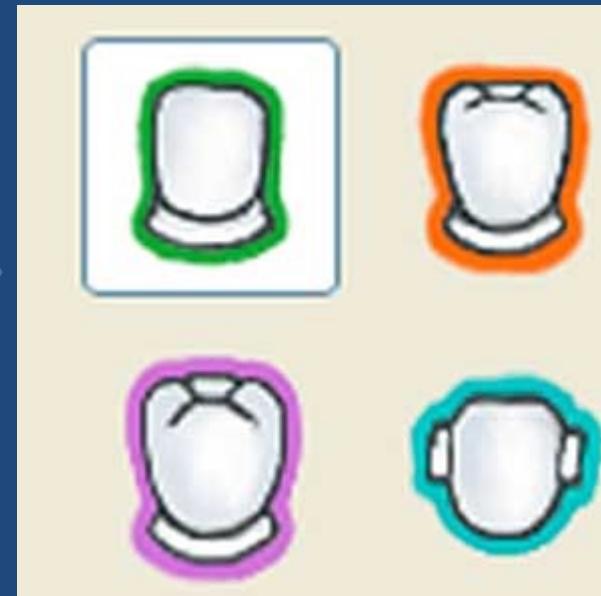
- Upper  
 Lower

Select restoration



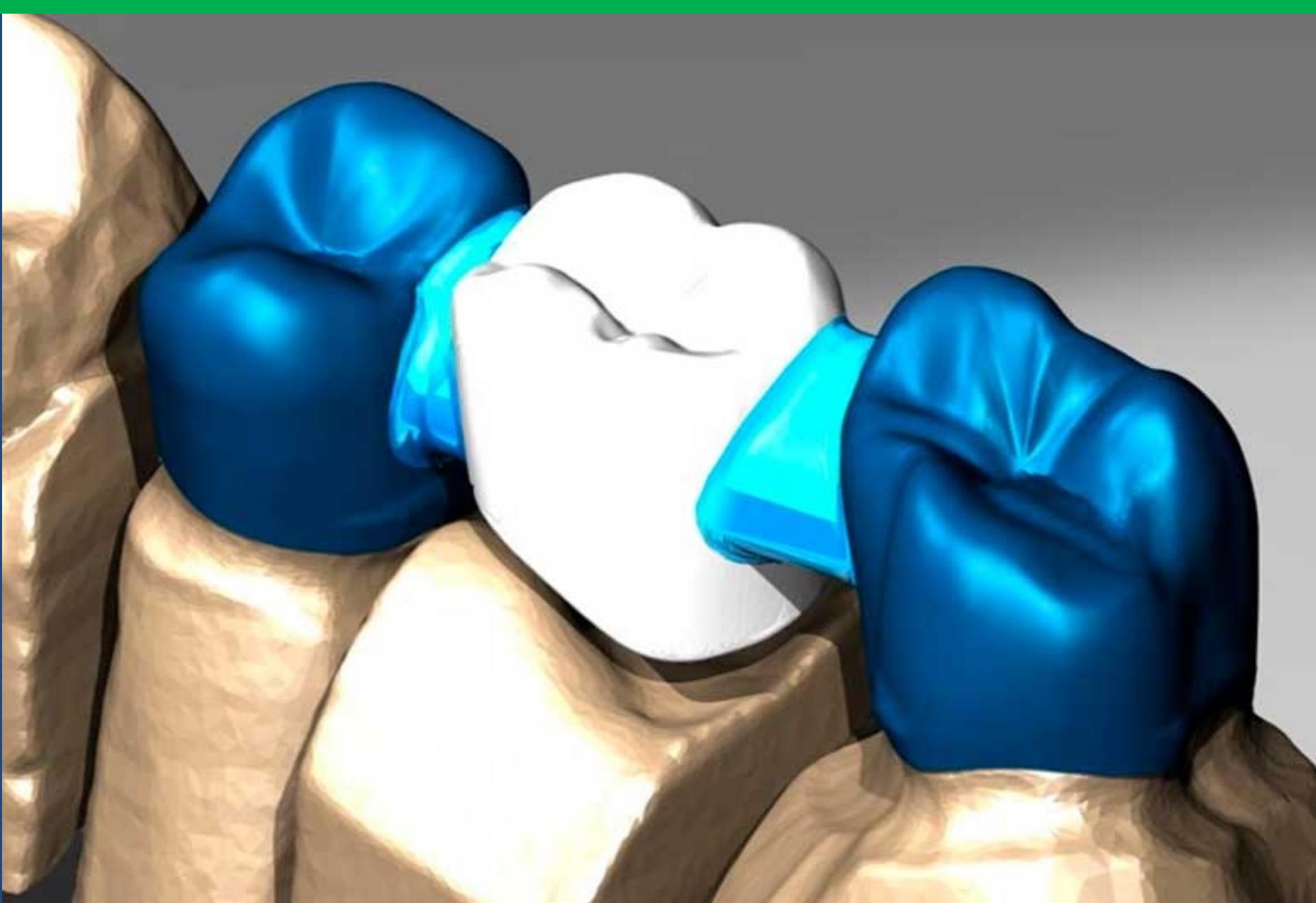
Next

Cancel

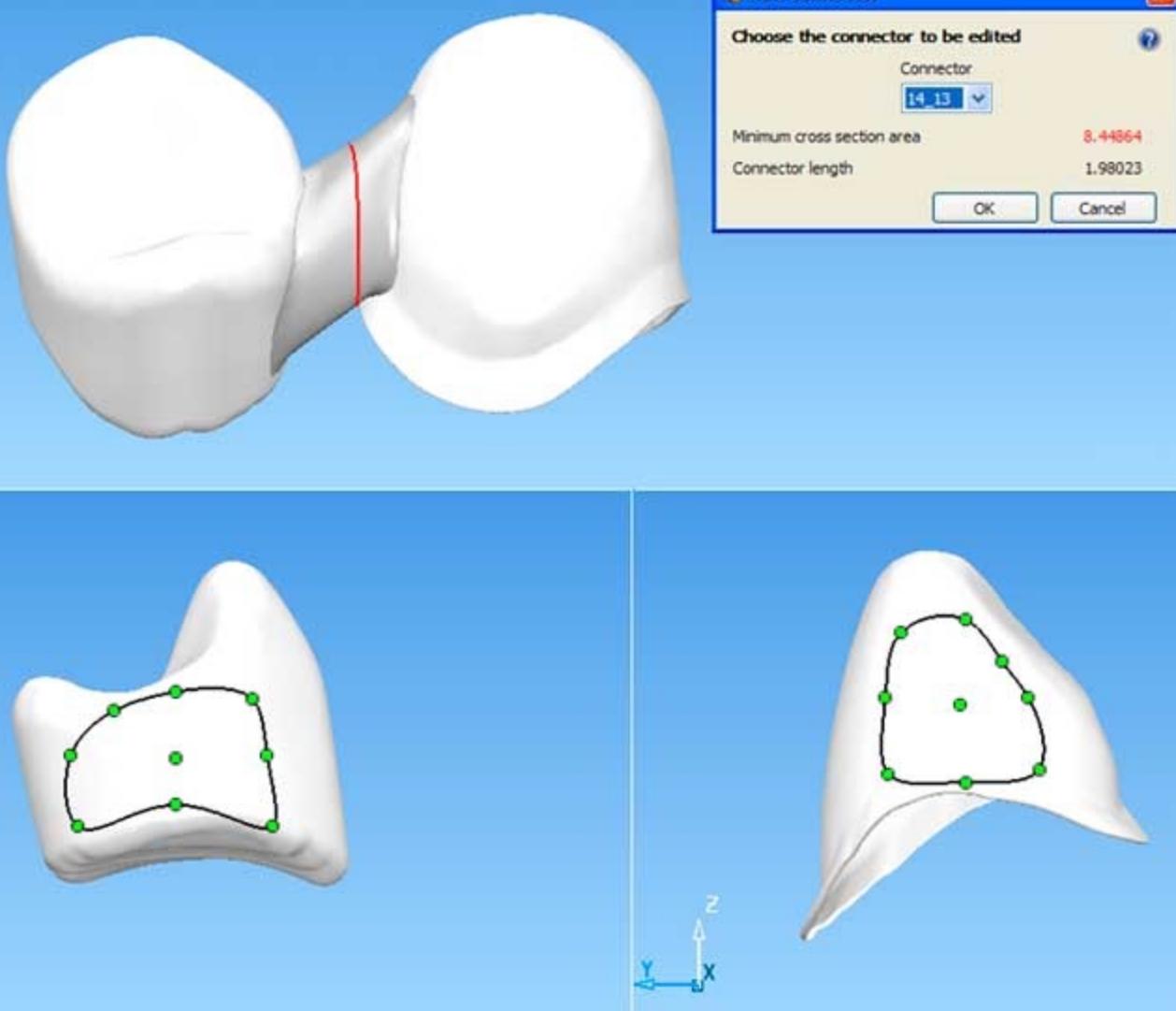


Зуб выбирается из  
библиотеки. Его размер  
автоматически изменяется

Соединительные звенья создаются автоматически, но являются редактируемыми элементами.



Существует  
возможность  
изменять крайние и  
центральные сечения,  
положение и форму  
звеньев



# Система DentCAD состоит из нескольких функциональных разделов:

- DentMAN: управление проектом. Постановка задания и импорт данных извне. Гибкая в конфигурировании система управления данными предназначена для контроля над ходом выполнения заказа на всех этапах, включая 3D-сканирование, моделирование и производство
- DentSCAN: интерфейс для получения данных с 3D сканера. На данный момент поддерживаются сканеры Imetric (Швейцария). Программа для управления специализированным бесконтактным 3D-сканером и первичной обработки отсканированных данных
- DentCAD: собственно, проектирование зубных замещений. Специализированная CAD-система, предназначенная для быстрого и точного 3D-моделирования всех типов зубных протезов.
- DentCHECK: проверка полученной модели на соответствие заданным производственным стандартам (допуски, поднугрения и т.д.)

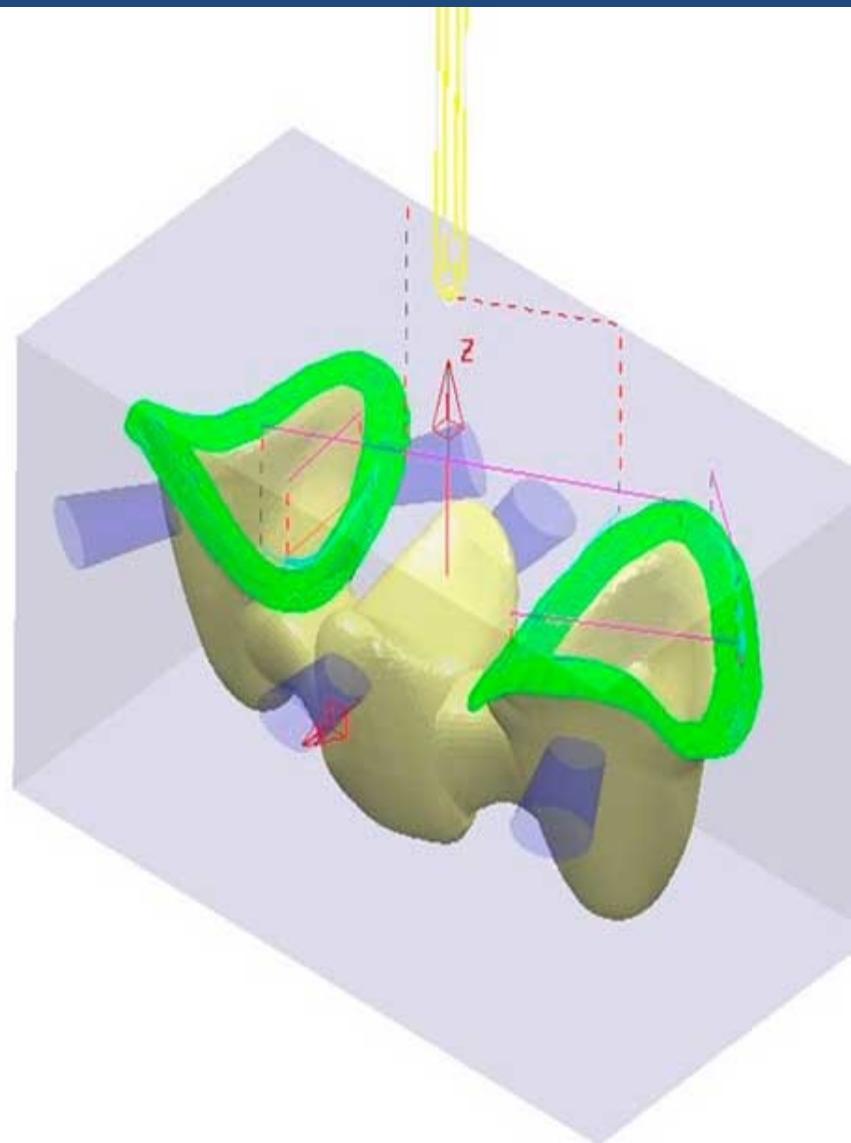
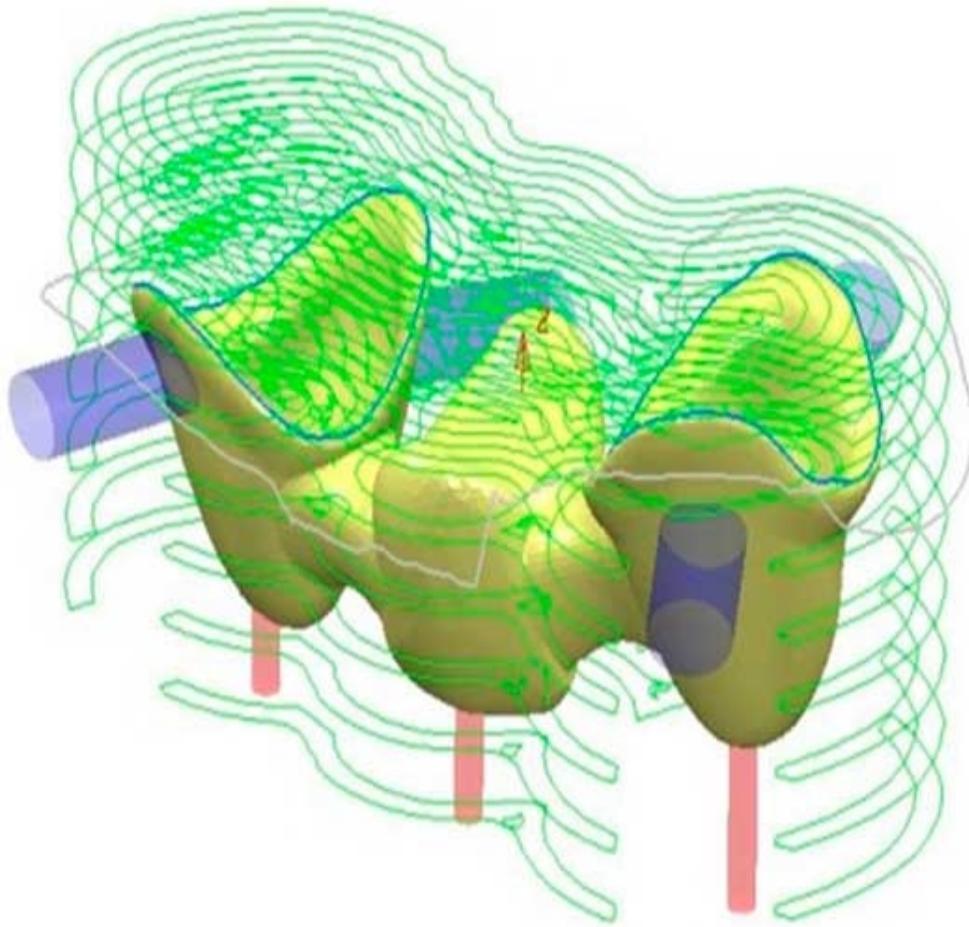


## Шаг 4 САМ

Программирование обработки в системе DentMILL. После проработки геометрии изделий в системе DentCAD, полученные данные передаются в САМ систему DentMILL. Она предназначена для программирования обработки изделий на станках с ЧПУ. В САМ-системе DentMILL генерируются траектории обработки, которые посредством постпроцессора переводятся на понятный станку «язык» - в управляющую программу. Благодаря 15 летнему опыту работы компании в области программирования станков с ЧПУ, в DentMILL пользователь получает высокоэффективные и надежные траектории быстро и легко. Эта программа, также как и DentCAD, ориентирована на неопытных пользователей, не имеющих опыта работы с САМ системами и программирования станков с ЧПУ.

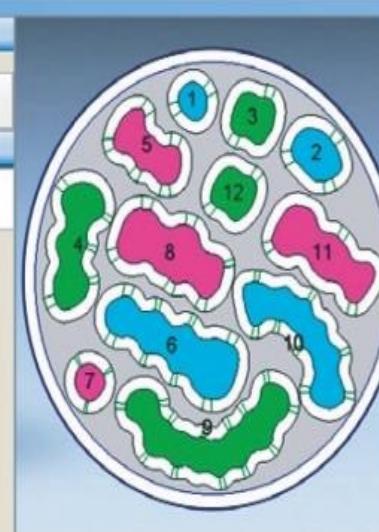


Мощные стратегии обработки генерируются автоматически.

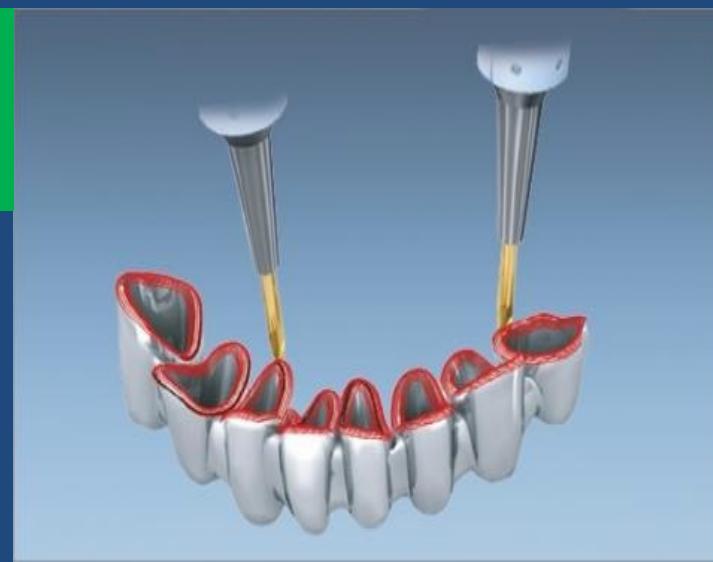




Встроенная библиотека  
заготовок и материалов

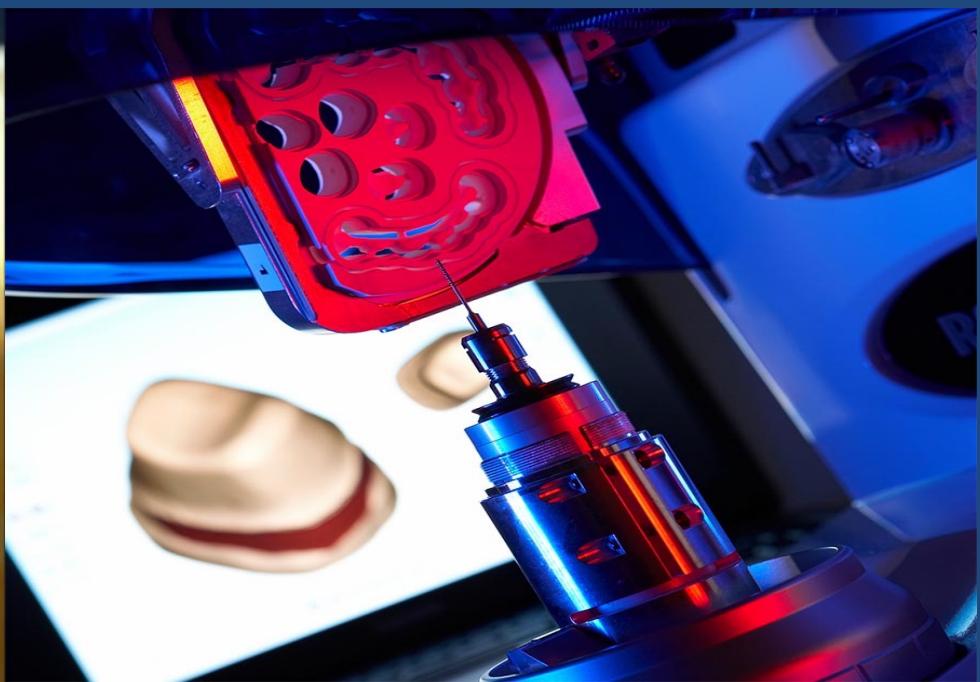
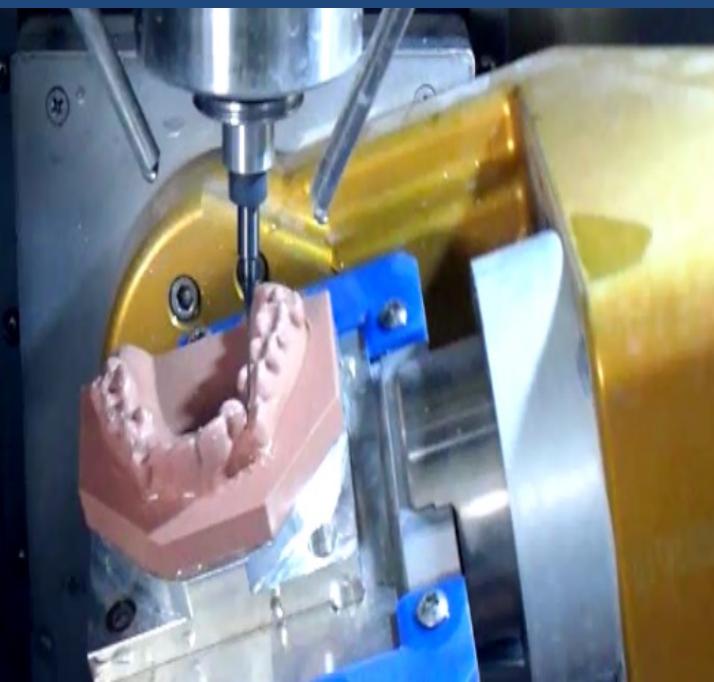


Автоматическая  
раскладка изделий  
на заготовке



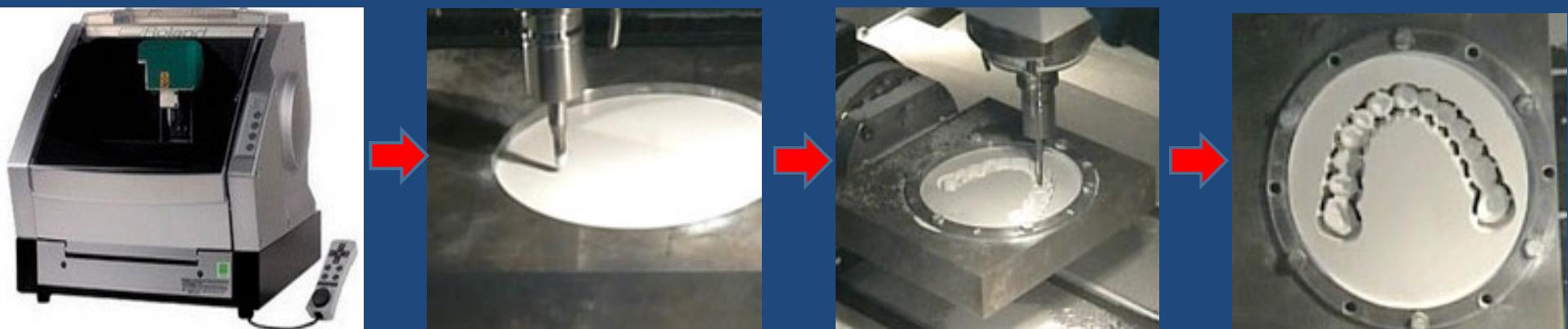
Особое внимание к  
обработке кромке  
шейки

С точки зрения пользователя, DentMILL – очень простой в освоении и эксплуатации продукт, обладающий интуитивным дружественным интерфейсом. На основе заложенных в него методик, DentMILL сам автоматически назначит наиболее подходящие стратегии и режимы обработки, поэтому даже неопытный пользователь может быть уверен в хорошем стабильном результате. DentMILL позволяет изготавливать на фрезерном станке с ЧПУ зубные протезы с очень высокой точностью и хорошим качеством внешней поверхности. Также необходимо задать размеры и тип заготовки, а затем рационально разместить на ней обрабатываемые изделия. Все остальные действия по подготовке управляющей программы DentMILL выполнит в автоматическом режиме. Таким образом, DentMILL может с успехом эксплуатироваться персоналом без глубоких специальных познаний в области механообработки и опыта работы со станками с ЧПУ.



## Шаг 5 Обработка протезов на станке с ЧПУ

Полученные из DentMILL управляющие программы отправляют на станок с ЧПУ. В комплексе cadcam (cad cam) применяется вертикально-фрезерный 4-х координатный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) Roland (Япония) специально ориентированный на использование в зубопротезных лабораториях. Возможна поставка 5-ти координатного станка.



Изготовление протеза из оксида циркония. Станок Roland.

Для целей стоматологического кабинета на станок устанавливается автоматическая смена инструмента и поворотная ось, что позволяет выполнять в автоматическом режиме четырехосевую обработку.

# Основные характеристики станка САММ-З МДХ-540А.

- Обрабатываемые материалы:  
пластики, дерево, цветные металлы
- Габаритные размеры -ширина х длина  
х высота: 745 x 995 x 858 мм
- Вес - 102 кг.
- Электропитание - 220 Вольт
- Потребляемая мощность - До 1 КВт
- Шпиндель - 12000 об/мин; 60000  
об/мин (при установке  
высокоскоростного шпинделя)
- Интерфейс - USB
- Размеры обрабатываемого диска - 15-  
100 мм



**Сушильная лампа** — это теплоизлучающая инфракрасная лампа. Она используется для сушки предварительно погруженных в красильную жидкость циркониевых каркасов, чтобы предотвратить повреждения нагревательных элементов агломерационной печи, которые могут возникнуть от кислоты, содержащейся в красильной жидкости.

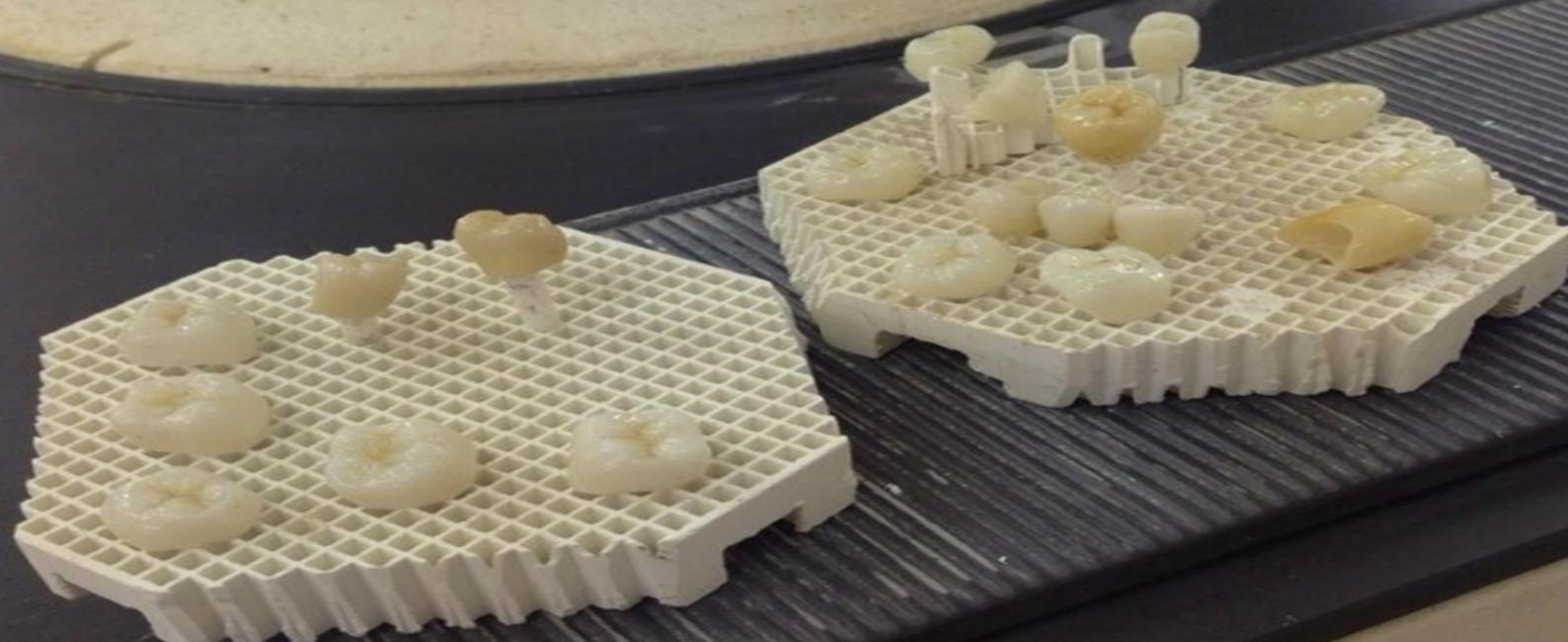
- Лампу следует устанавливать под вытяжным колпаком, в противном случае находящиеся вблизи железные детали могут быть подвержены коррозии в результате воздействия кислотосодержащих испарений.
- Время сушки каркаса зависит от размера мостовидного протеза. Для мостовидных протезов, имеющих не более 5 элементов, рекомендуемое время сушки составляет 45 минут, для сушки мостовидных протезов большего размера может потребоваться до полутора часов. Циркониевый каркас всегда необходимо класть на лоток для обжига, который следует располагать относительно близко под лампой.



## Шаг 6 Спекание. Термическая обработка полученных изделий.

Открытые CAD/CAM системы - новые технологии - новые возможности в стоматологии

Традиционная технология изготовления зубных протезов (коронки, мосты) базируется на технологии литья. В основе протезов лежит литой металл, который может покрываться керамикой. В последнее время во всем мире все большее распространение получают протезы из оксида( $ZrO_2$ ) и диоксида циркония. Практически, это разновидность керамики. Преимуществом циркониевых протезов является их эстетический вид и прочность. Не имея металлического каркаса, протез имеет более естественный вид и цвет. Абсолютная инертность оксида циркония предопределяет уверенное отсутствие аллергических реакций, которые могут иметь место при изготовлении протезов из металла. Но оксид циркония не может быть получен литьем. В сыром виде брускок оксида циркония представляет собой легкообрабатываемый материал, напоминающий мел. После спекания в печи при температуре около 1350 градусов С, материал приобретает высокую прочность и твердость, характерную для керамики. При спекании материал имеет усадку, из-за чего исходные размеры коронки уменьшаются, т.е. традиционные способы ручного изготовления циркониевых протезов не пригодны. Изготовление таких протезов стало возможным с внедрением компьютерных технологий CAD/CAM.



# Возможности CAD/CAM.

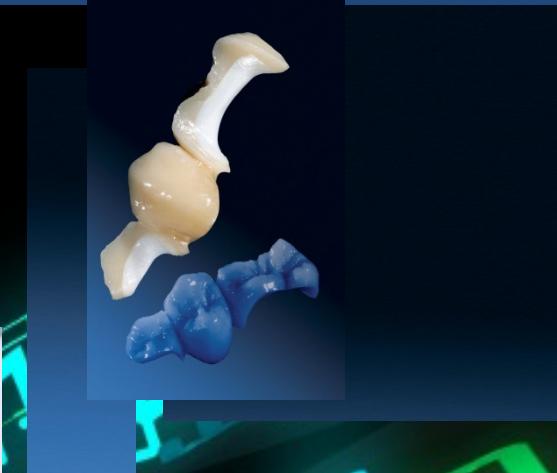
Предварительно спеченный оксид циркония (Cercon base)

- консистенция мела
- легкое снятие стружки
- снятие стружки без повреждения самого материала
- низкий износ фрез/машин
- экономичное изготовление



# Инновационная технология изготовления

- технология напрессовывания на каркас
- изготовление индивидуальных абатментов



## Преимущества автоматизации зуботехнической лаборатории по технологии CAD/CAM:

- ✓ Применяя современные cad-cam технологии, вы значительно сокращаете сроки изготовления коронок. Моделирование протеза в CAD системе занимает всего несколько минут. Автоматическое создание траектории обработки в CAM системе также экономит время работы зубных техников
- ✓ Максимально сокращены подгонка и доработка коронок при применении cadsam технологии, в том числе за счет предварительного учета усадки материала при спекании (получаем готовую коронку, абсолютно точно соответствующую сканированному оттиску).
- ✓ Оптимизация рабочего времени специалистов - сокращение их рутинной работы, высвобождение рабочего времени для решения других задач.
- ✓ Отказ от привлечения третьих организаций для изготовления коронок.
- ✓ Обработка коронок не только из оксида циркония (ZrO<sub>2</sub>), но также из других материалов (оксид алюминия, титан). Выбор станка с ЧПУ определяет перечень материалов, которые будут доступны для изготовления протезов по технологии cadsam . Обработку оксида циркония поддерживают все специализированные станки для стоматологии.

# 3d печать



# 3D-печать

– это методика изготовления объемных изделий на основе цифровых моделей.

Независимо от конкретной технологии, суть процесса заключается в постепенном послойном воспроизведении объектов.

- В этом процессе применяется особое устройство – 3D принтер, который печатает определенными видами материалов. Другие названия технологии – быстрое прототипирование или аддитивное производство. Часто словосочетание «аддитивные технологии» используется в значении «3D технологии».

Главное преимущество 3D-принтеров – быстрое и высокоточное изготовление сложных прототипов и функциональных изделий из материалов с многообразными физико-механическими свойствами. В зависимости от поставленной задачи, вы можете получить модели, которые будут эластичными или жесткими, матовыми или прозрачными, термостойкими, биосовместимыми и т.п.

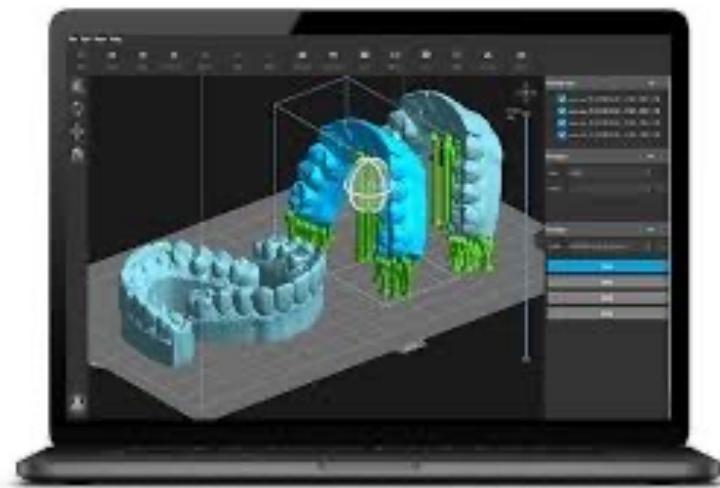
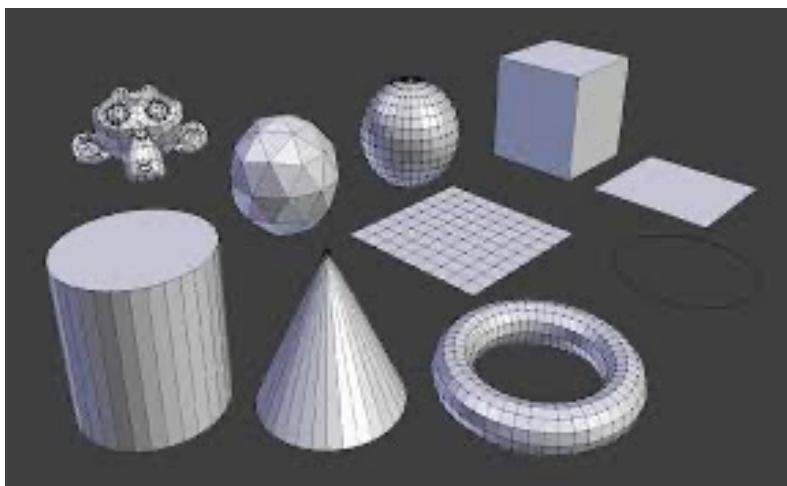
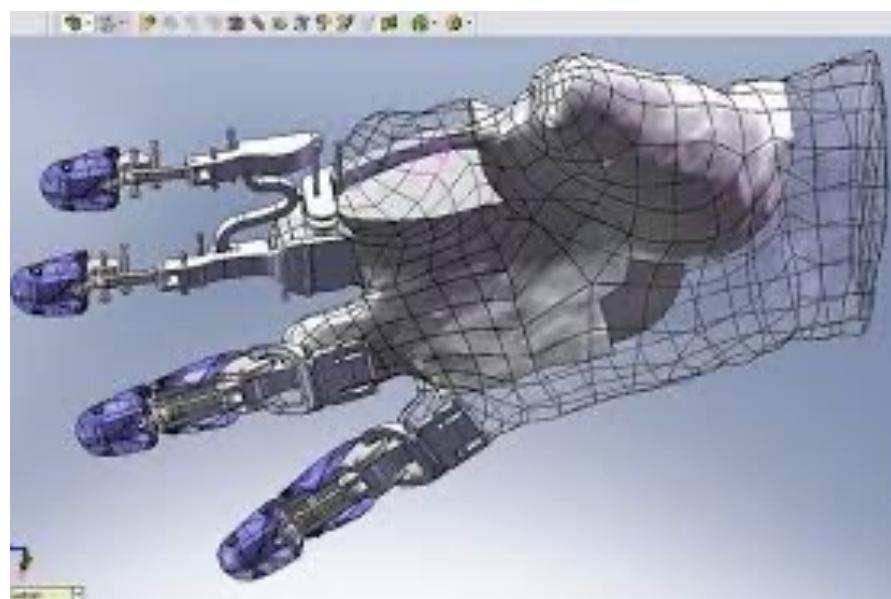
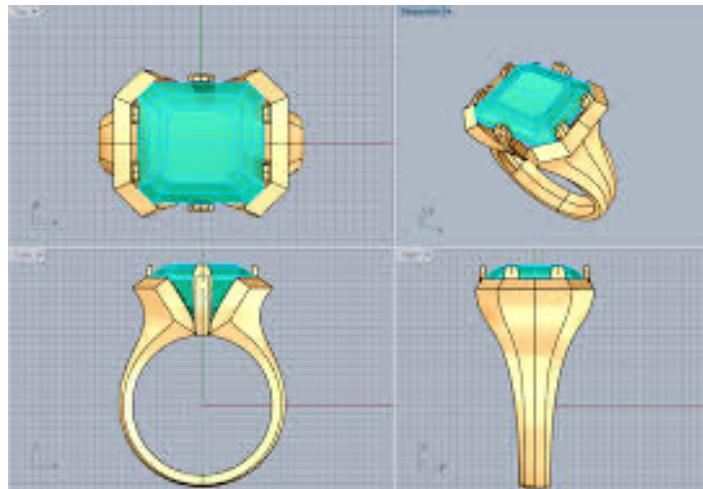
Напечатанные изделия, прошедшие несложную постобработку, имеют идеально гладкую поверхность и отличаются высокой прочностью.



# Этапы 3Д печати

## Этап 1: Создание цифровой модели

- Процесс 3d-печати начинается с разработки виртуальной 3D-модели будущего объекта в 3D-редакторе или CAD-программе. Простую модель может создать любой пользователь, обладающий навыками работы с персональным компьютером и стандартными пакетами прикладных программ.
- На создание виртуальной модели будущего объекта требуется от нескольких минут до нескольких дней, в зависимости от степени сложности модели.
- Получить 3D-модель можно также методом 3D-сканирования.



# Этапы 3Д печати

## Этап 2: Экспорт 3D-модели в формат STL

- После завершения моделирования следует преобразовать полученный файл в формат STL, который распознается большинством современных 3D-принтеров. Для этого нужно выбрать в меню пункт “Сохранить как” или “Импорт/экспорт”, в зависимости от используемой программы.
- Перед экспортом файла следует указать степень детализации модели или ее разбиение на треугольники. Если выбрать параметр “Точно”, то разбиение будет плотным, готовый файл будет занимать достаточно места на жестком диске компьютера и будет обрабатываться дольше специальным программным обеспечением, но пользователь получит объект с высококачественной поверхностью.
- Если выбрать параметр “Грубо”, то разбиение будет менее плотным или вообще не плотным, готовый файл будет занимать меньше места на жестком диске и будет обрабатываться быстрее в специальной программе, но качество внешних поверхностей будет значительно ниже, чем при точном разбиении.

# Этапы 3D печати

## Этап 3: Генерация G-кода

- STL-файл с будущим объектом обрабатывается специальной программой-слайсером, которая преобразует его в управляющий G-код для 3D-принтера. Если модель не подвергнуть слайсингу, то 3D-принтер не распознает ее.

## Этап 4: Подготовка 3D-принтера к работе

# **Этапы 3Д печати**

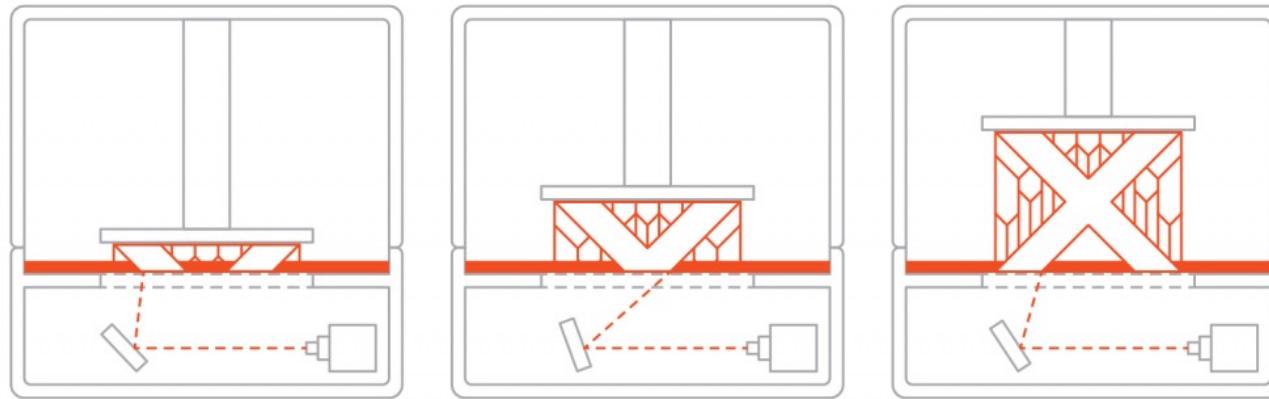
**Этап 5: Печать 3D-объекта**

**Этап 6: Финишная обработка объекта**

# Виды 3d печати

- **Стереолитография (SLA)** - это процесс аддитивного производства, результат в котором достигается по средствам полимеризации смолы. В SLA печати, объект создается путем селективного отверждения полимерной смолы, слой за слоем, с использованием ультрафиолетового (УФ) лазерного луча. Материалы, используемые в SLA печати, представляют собой светочувствительные термореактивные полимеры, которые выпускаются в жидкой форме.

# Процесс печати по технологии SLA



- 1) В резервуаре с жидким фотополимером размещается платформа, на одном уровне высоты от поверхности смолы.
- 2) Затем **УФ-лазер** по заранее установленному алгоритму селективно отверждает необходимые участки фотополимерной смолы. Лазерный луч фокусируется на заданном пути с помощью набора зеркал, называемых гальвосами. Затем происходит засветка всей площади поперечного сечения модели. Поэтому полученная деталь получается полностью цельная.

**3)** Когда один слой закончен, платформа перемещается на безопасное расстояние, и лапка-перемешиватель внутри ванны перемешивает смолу.

Так и повторяется этот процесс до тех пор, пока деталь не будет напечатана. После печати деталь находится в не совсем отверженном состоянии и требует дальнейшей постобработки под **УФ лампой**. По окончании УФ засветки деталь приобретает очень высокие механические и термические свойства.

Жидкая смола затвердевает с помощью процесса, называемого фотополимеризацией: во время затвердевания углеродные цепи мономера, из которых состоит жидкая смола, активируются под воздействием ультрафиолетового лазера и становятся твердыми, создавая прочные неразрывные связи друг с другом.

# Характеристики SLA принтера

В системах **SLA** большинство параметров печати устанавливаются производителем и не могут быть изменены. Единственными входными данными являются высота слоя и ориентация детали (*последнее, определяет местоположение поддержек*).

Высота типичного слоя в **SLA** печати находится в диапазоне от **25 до 100 микрон**. Чем меньше будет высота слоя, тем более точно будет отпечатана сложная геометрия модели, но вместе с этим увеличится время печати и вероятность неудачи. Высота слоя в **100** микрон подходит для большинства распространенных геометрий и является золотой серединой.

Еще один важный параметр для оператора - размер платформы. Он зависит от типа принтера SLA. Существует два основных типа: *ориентация сверху вниз* и *ориентация снизу вверх*.

В первом случае лазер стоит над баком, а деталь лицевой стороной вверх. Платформа стоит в самом верху чана со смолой и движется вниз после спекания каждого слоя.

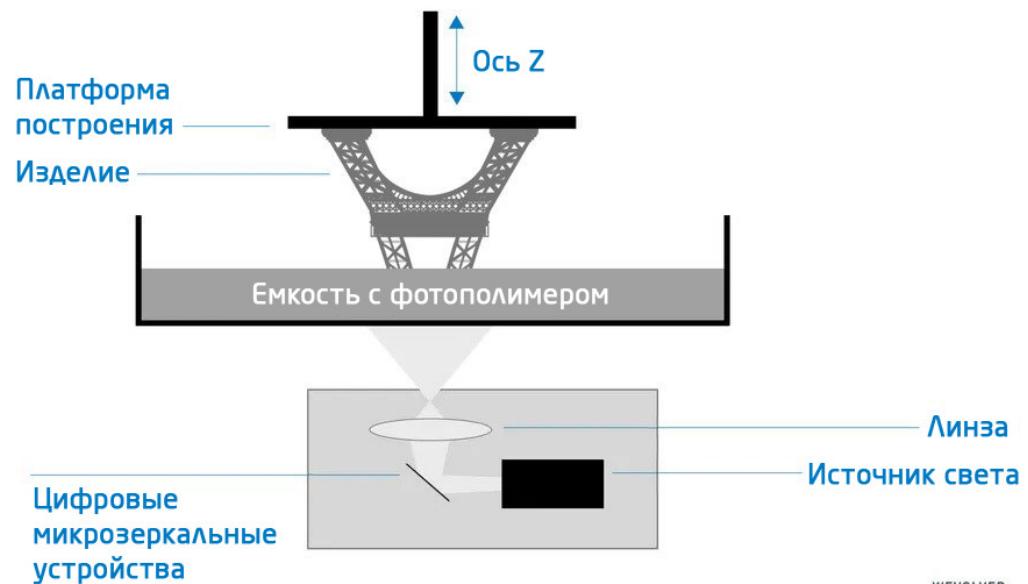
# Виды 3d печати

## DLP: цифровая обработка света

Метод DLP (Digital Light Processing)

- В качестве материала используется фотополимерная смола, но в отличии от SLA источником света является не луч, а DLP-проектор. Это существенно ускорило печать, ведь проектор, в отличие от луча, засвечивает сразу весь слой.

Проектор располагается в нижней части принтера, под емкостью с фотополимером. Низ емкости обычно сделан из прозрачной, износостойкой пленки. Такая пленка хорошо пропускает УФ-излучение, к ней практически ничего не прилипает, а если она порвётся ее можно легко заменить.



# Виды 3d печати

- **SLM** (*Selective laser melting*, 3D-печать металлом) – технология изготовления металлических изделий сложных пространственных форм при помощи плавления порошковых составов лазером. Работы выполняются на основании математических CAD-моделей. Она позволяет производить как отдельные элементы, которые в последующем станут частью узлов и агрегатов, так и цельные (неразборные) конструкции.

# Преимущества технологии SLM

- **Невысокие производственные затраты.** По статистике, основанной на практических результатах, экономия на производстве продукции достигает 65%. Сокращение двух традиционных этапов позволило ощутимо снизить и время выполнения работ.
- **Широкие функциональные возможности.** Технология предоставляет пользователям полную свободу в проектировании заготовок и деталей. Она подходит для решения сложных задач. Позволяет проектировать изделия со сложной геометрией, с внутренними каналами для эффективного охлаждения, технологическими полостями.
- **Не нужна дорогая оснастка.** Существенно упрощает и снижает время на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
- **Снижение расхода материала.** Порошок, который остается незадействованным в технологическом процессе, отводится из рабочей области и может использоваться повторно. То есть получаем практически безотходное изготовление деталей: отсеивается не более 3-9% материала.
- **Высокая гибкость.** Можно вносить конструктивные изменения быстро и недорого. Традиционные методы производства металлических деталей не предполагают такой гибкости: она нецелесообразна как с экономической, так и с технической точки зрения.
- **Минимальные требования к последующей (финишной) обработке.** Напечатанная продукция отличается высокой точностью размеров. Ее поверхность практически не нуждается в финишной обработке, что экономит и время, и деньги.

## **Процесс печати.**

Оборудование послойно выполняет печать изделия, циклически повторяя операции. В рабочую область подается тонкий слой порошка. Также она заполняется инертным газом, зачастую аргоном, азотом (содержание кислорода – минимальное). Его частички под воздействием лазерного излучения спаиваются на тех частях поверхности, которые заложены в компьютерной модели. Как только один слой будет пропечатан, рабочая платформа автоматически опустится на его толщину (30-50 мм) и технологический процесс повторится снова. Так, слой за слоем по высоте и выполняется синтез готовой детали.

## **Постобработка.**

На этом этапе из камеры построения вакуумным блоком с потоком воздуха удаляется рабочий порошок, который не был задействован в технологическом процессе. Он просеивается и может повторно применяться. Далее специалист вручную удаляет поддерживающие элементы, которые устанавливались внутрь проточного канала для лучшей фиксации изделия. Все неровности зашлифовываются.

Финальная стадия – чистовая токарная обработка. Выполняется с учетом регламентируемой величины допуска. Полученная деталь тестируется при помощи измерительных инструментов, трехмерных сканеров.



Мостовидный протез



Металлокерамическая коронка



Каркас частично съемного зубного протеза

# Материалы для SLM-печати

SLM-технология предполагает применение как порошковых сплавов, так и чистых металлов. Их перечень гораздо шире, чем у ближайших аналогов – методов SLS и DMLS.

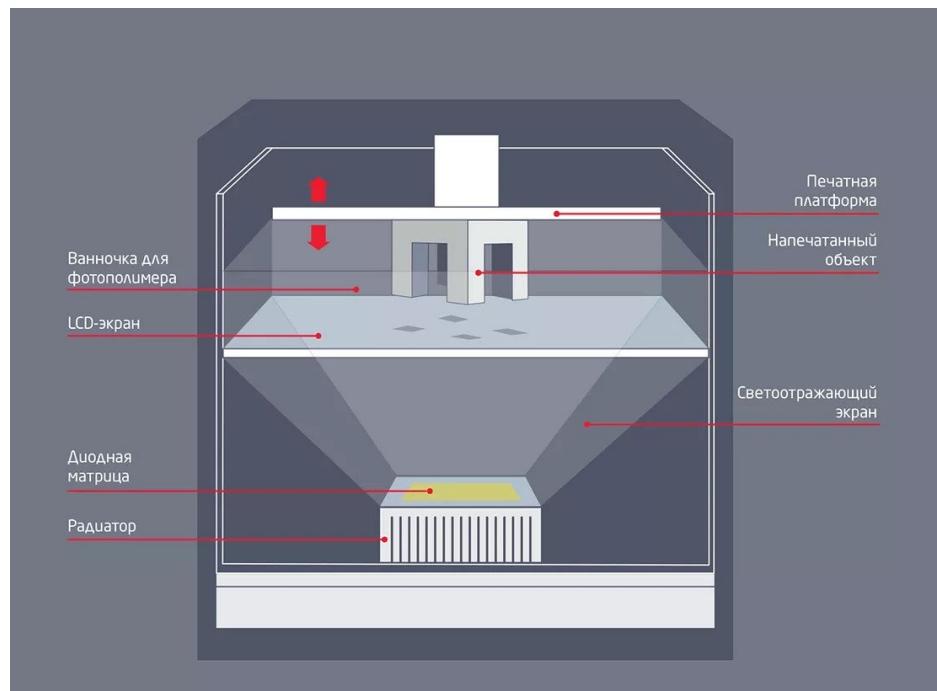
Наибольшее применения на практике получили следующие материалы:

- нержавеющая сталь;
- алюминий и алюминиевый сплав;
- смесь кобальта и хрома;
- инструментальная сталь;
- платина;
- титан и титановые сплавы;
- золото;
- медь;
- вольфрам.

# Виды 3d печати

## LCD: фотополимеризация с помощью ЖК-экрана

- Как и в случае с DLP, LCD-печатать заключается в одновременной засветке целых слоев для отверждения фотополимера, но без применения зеркал. Вместо этого мощные жидкокристаллические панели излучают на модель свет с помощью светодиодов.
- ЖК-панель блокирует засветку в тех областях, которые не подлежат фотополимеризации.
- Жидкокристаллический экран пропускает свет только через участки, подлежащие отверждению, на готовую деталь, упрощая процесс и устранивая необходимость в каких-либо зеркалах или гальванометрах.



# Финишная обработка объекта

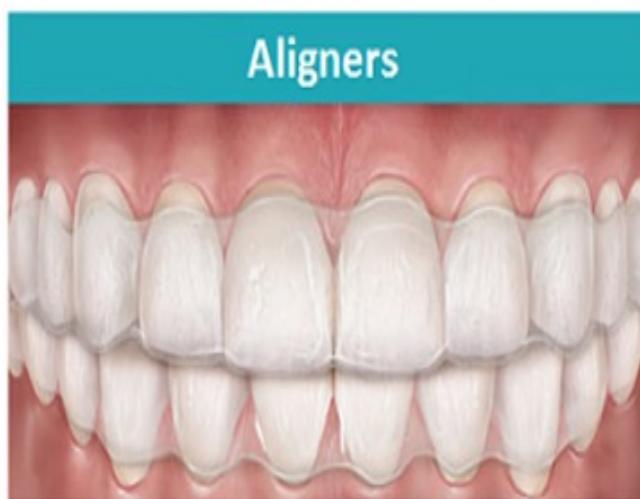
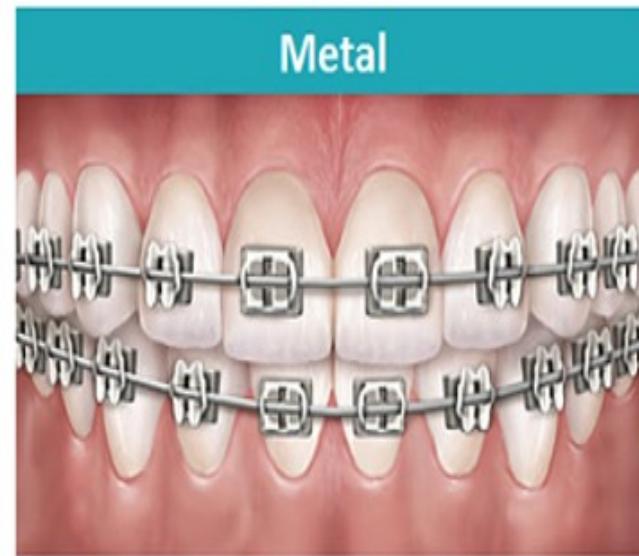
- Мойка
- Полимеризация
- Шлифовка
- Полировка
- (глазуровка)

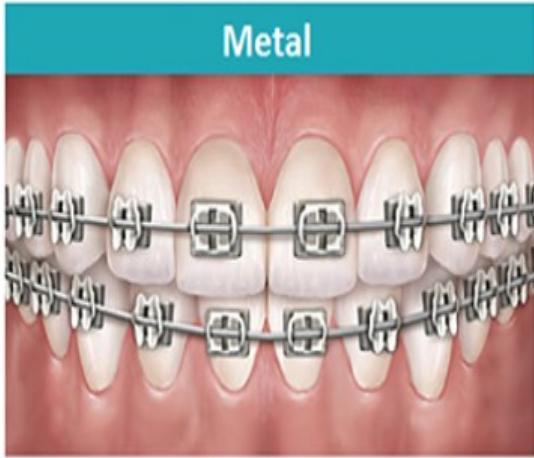


# Применение 3d печати

- Модели
- Хирургические шаблоны
- Временные протезы
- Металлические каркасы
- Ортодонтические аппараты

# Элайнеры





- Металлические брекеты
  - Эконом вариант
  - Обычная сталь
  - Нет проблем с расходниками
  - Частые визиты к стоматологу
  - Массовый продукт
  - Достаточный дискомфорт



- Сапфировые/Керамические брекеты
  - Дорогой вариант
  - хрупкие
  - эстетичные



- Лингвальные брекеты
  - Luxury вариант
  - Качественные материалы
  - Подходит не всем
  - Сильный дискомфорт + 100% чистка
  - Невидимость окружающим



- Элайнеры / Каппы / Капы
  - Хороший вариант
  - Гипоаллергенный пластик
  - Свободные визиты к стоматологу
  - Практически отсутствие дискомфорта
  - Незаметность окружающим
  - Лучше гигиена

**Мезиальный**



**Дистальный**



**Глубокий**



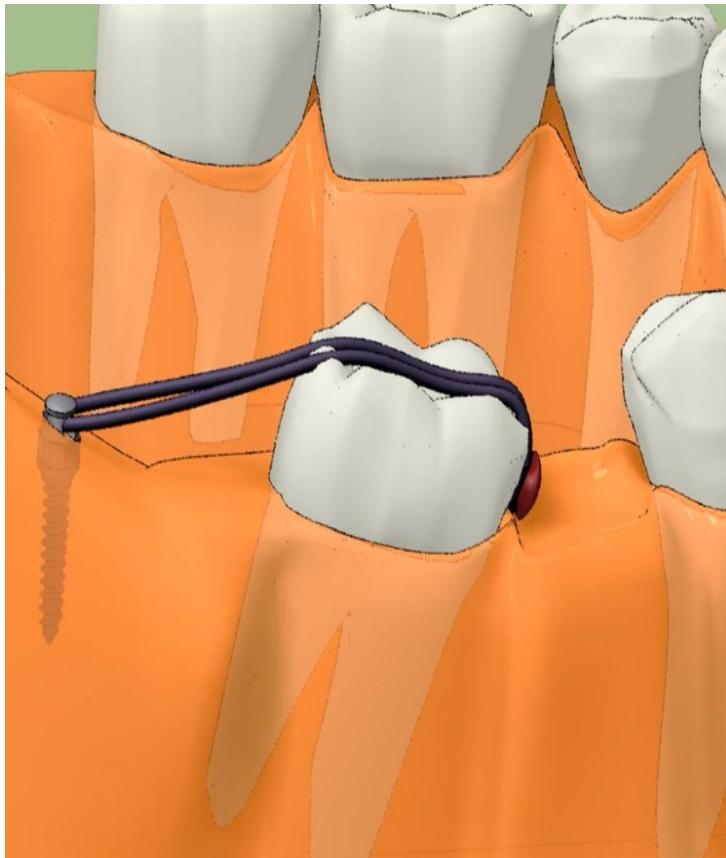
**Открытый**



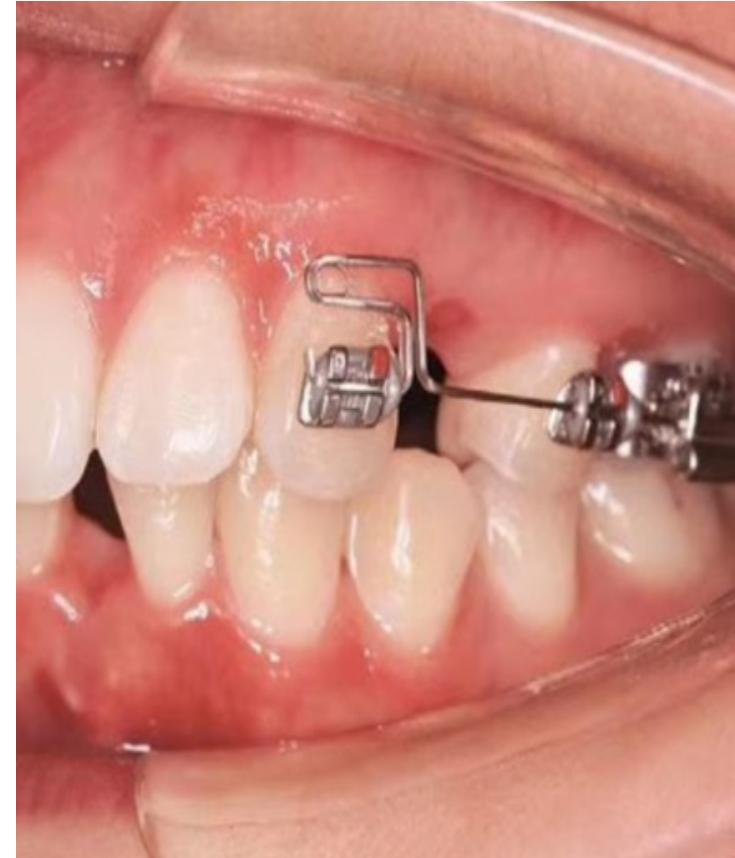
**Перекрестный**



Дистализация

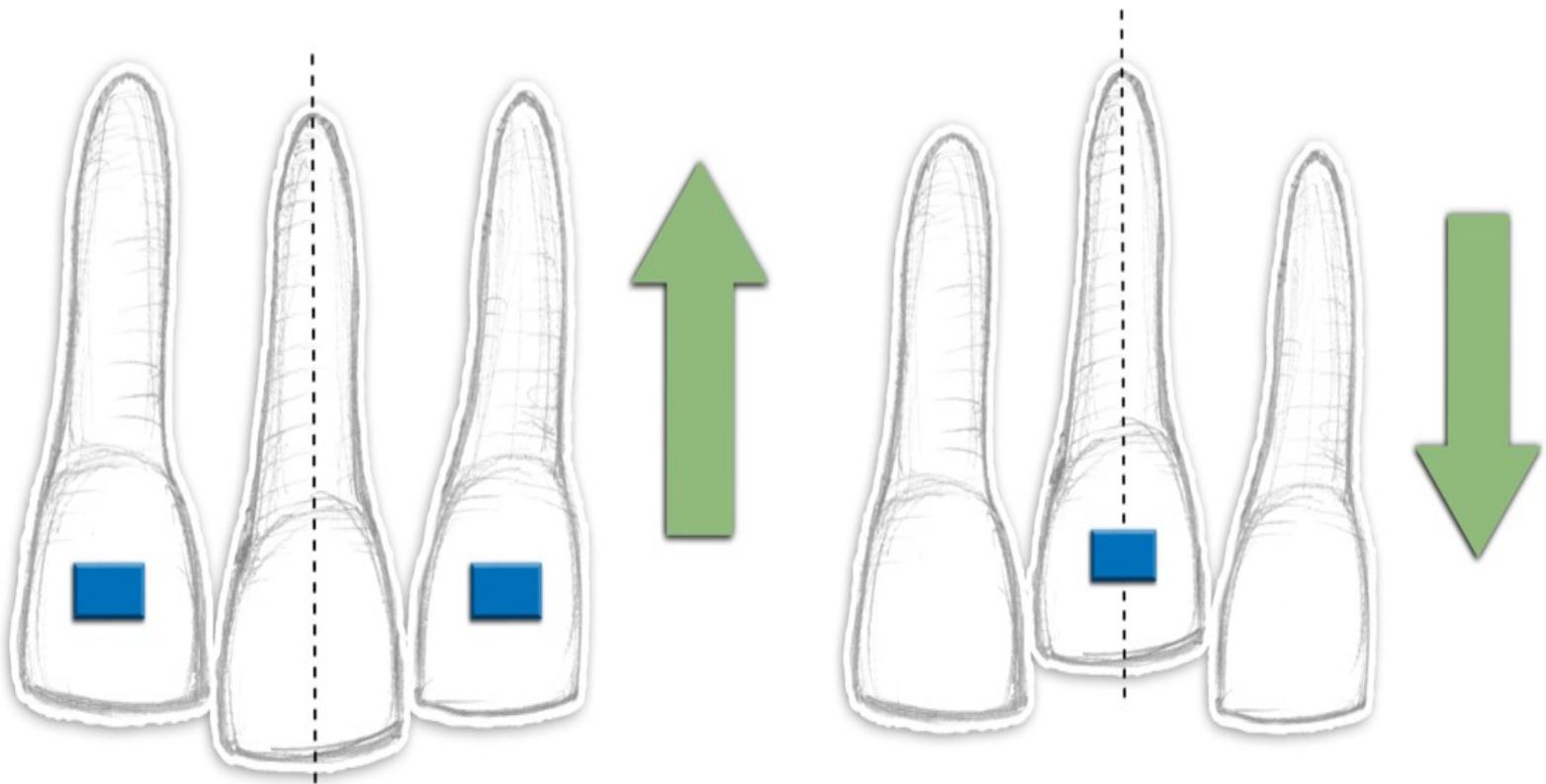


Мезиализация



Интра  
зия

Экстру  
зия



## Ротация (Тортоаномалия)

Торк



**Диагностика:**

1. КЛКТ / МСКТ / МРТ
2. Аксиография
3. Миография
4. Диагностические модели
5. Фотопротоколирование
6. Интраоральное сканирование

**Исследования:**

1. ОПТГ
2. ТРГ
3. КТ головы

ОПТГ



ТРГ



- КТ 2 челюстей



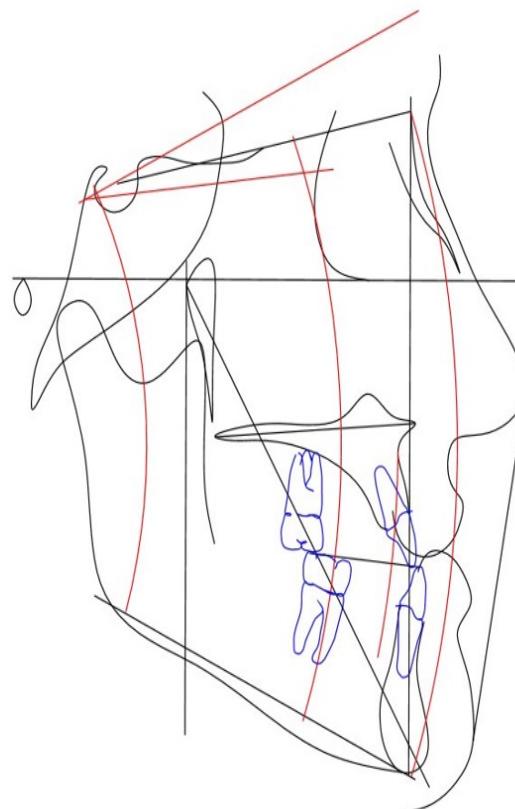
КТ головы



Patient: Z.I. Latypova, ID: AS-986, Female, Age: 27y 2m (DOB: 04.09.1990)  
 06.11.2017 Initial Analysis: Picasso

	Value	Norm	Std Dev	Dev Nor
<b>Скелетные параметры</b>				
ANB (°)	-3.7	2.0	2.0	-2.9 **
Beta Angle (°)	43.9	31.0	4.0	3.2 ***
Wits Appraisal (mm)	-8.1	-1.1	2.0	-3.5 ***
SNA (°)	76.7	82.0	3.5	-1.5 *
SNB (°)	80.4	80.9	3.4	-0.1
Anterior Cranial Base (SN) (mm)	70.2	75.3	3.0	-1.7 *
Maxillary length (ANS-PNS) (mm)	47.1	51.6	4.3	-1.0 *
PNS-A (mm)	43.0	49.3	3.5	-1.8 *
Mandibular Body Length (Go-Me) (mm)	74.7	71.0	5.0	0.7
Co-Go (mm)	54.2	55.0	3.0	-0.3
Pog - NB (mm)	2.5	2.4	1.7	0.0
<b>Вертикальные параметры</b>				
FH - SN (°)	10.7	9.5	2.5	0.5
Cranio-Mx Base/SN-Palatal Plane (°)	7.5	7.3	3.5	0.1
MP - SN (°)	33.7	33.0	6.0	0.1
S-Go (mm)	74.3	74.0	5.0	0.1
Total Face Height (N-Gn) (mm)	114.4	115.0	5.0	-0.1
Upper Face Height (N-ANS) (mm)	55.0	50.0	2.5	2.0 **
Lower Face Height (ANS-Gn) (mm)	64.3	65.0	4.5	-0.2
U1 - PP (UADH) (mm)	25.3	28.0	3.0	-0.9
L1 - MP (LADH) (mm)	35.0	40.0	2.0	-2.5 **
U6 - PP (UPDH) (mm)	21.1	23.0	2.0	-0.9
L6 - MP (LPDH) (mm)	28.6	31.0	2.0	-1.2 *
<b>Параметры наклона и положения зубов</b>				
Interincisal Angle (U1-L1) (°)	143.4	130.0	6.0	2.2 **
U6 - PT Vertical (mm)	22.4	18.0	3.0	1.5 *
Overbite (mm)	0.3	2.5	2.0	-1.1 *
Overjet (mm)	-1.8	2.5	2.5	-1.7 *
U1 - SN (°)	104.0	102.8	5.5	0.2
U1 - Palatal Plane (°)	111.6	110.0	5.0	0.3
U1 - NA (mm)	4.5	4.3	2.7	0.1
U1 - NA (°)	27.4	22.8	5.7	0.8
IMPA (L1-MP) (°)	78.9	95.0	7.0	-2.3 **
L1 - NB (mm)	1.1	4.0	1.8	-1.6 *
L1 - NB (°)	13.0	25.3	6.0	-2.1 **
<b>Мягкотканые параметры</b>				
Facial Convexity (O-Sn-Po) (°)	-1.9	12.0	2.0	-6.9 *****
Upper Lip to E-Plane (mm)	-10.8	-6.0	2.0	-2.4 **
Lower Lip to E-Plane (mm)	.5.4	-2.0	2.0	-1.7 *
Nasolabial Angle (Col-Sn-UL) (°)	94.2	102.0	8.0	-1.0 *
<b>Параметры оценки типа роста</b>				
SGo/NGn (%)	62.3	63.0	2.0	-0.3
MP - SN (°)	33.7	33.0	6.0	0.1
Palatal-Mand Angle (PP-MP) (°)	26.2	25.0	6.0	0.2
Facial Axis-Ricketts (NaBa-PtGn)(°)	92.4	90.0	3.5	0.7
Lower Gonial Angle (Na-Go-Me) (°)	73.0	76.0	3.0	-1.0 *
Sum Total: N-S-Art + S-Art-Go + Art-Go-Me (°)	393.7	396.0	4.0	-0.6
Y-Axis – Downs (SGn-FH) (°)	55.1	60.3	3.4	-1.5 *

Воздухоносные пути



Measurements generated by Dolphin Imaging 11.7 Software.  
 Независимые рентгенодиагностические центры "Пикasso"  
[www.picasso-diagnostic.ru](http://www.picasso-diagnostic.ru)



Не профессиональное



Продвинутое



Профессиональное

# Орто- протокол

Включает в себя:  
**Лицевые фотографии**

АНФАС БЕЗ УЛЫБКИ  
И С ШИРОКОЙ  
УЛЫБКОЙ

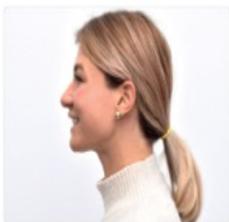
- Асимметричность строения лица
- Дуга улыбки
- Выраженность щечных коридоров



ПРОФИЛЬ БЕЗ УЛЫБКИ  
И С УЛЫБКОЙ



ПРОФИЛЬ С ПРИ-  
ОТКРЫТИМ РТОМ  
И ШИРОКОЙ УЛЫБКОЙ



В ТРИ ЧЕТВЕРТИ  
БЕЗ УЛЫБКИ  
И С ШИРОКОЙ  
УЛЫБКОЙ



Это профессиональные ден-  
тальные фотографии пациента,  
используемые в ежедневной  
стоматологической практике  
для диагностики и планирования  
лечения

ГУБЫ АНФАС БЕЗ  
УЛЫБКИ И С УЛЫБКОЙ



ГУБЫ БЕЗ УЛЫБКИ  
И С УЛЫБКОЙ ПОД  
УГЛОМ 90°



## Внутриротовые фотографии

АНФАС, АНФАС  
С ПРИОТКРЫтым РТОМ

- Симметричность зуб-  
ного ряда
- Совпадение межрез-  
цовой линии
- Выраженность кривой  
Шлее



ОККЛЮЗИЯ  
СПРАВА И СЛЕВА  
ПОД УГЛОМ 45°

- Соответствие ширины  
зубных рядов
- Класс аномалии  
окклюзии по молярам  
и клыкам



ВЕРХНИЙ И НИЖНИЙ  
ЗУБНОЙ РЯД

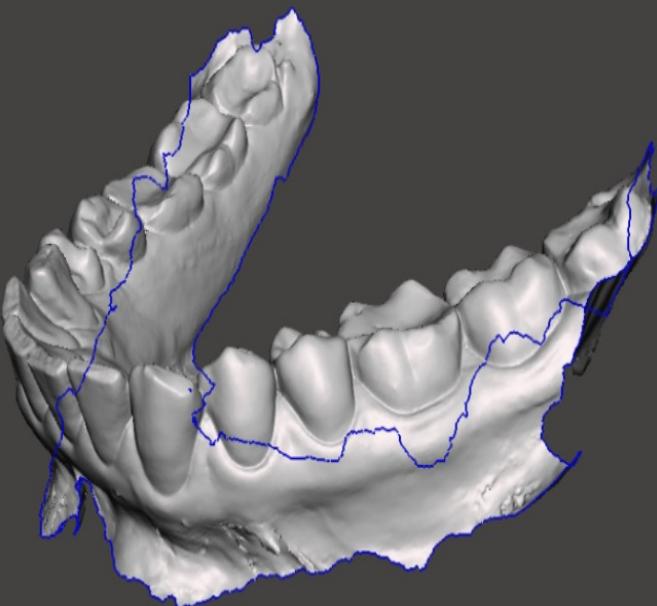
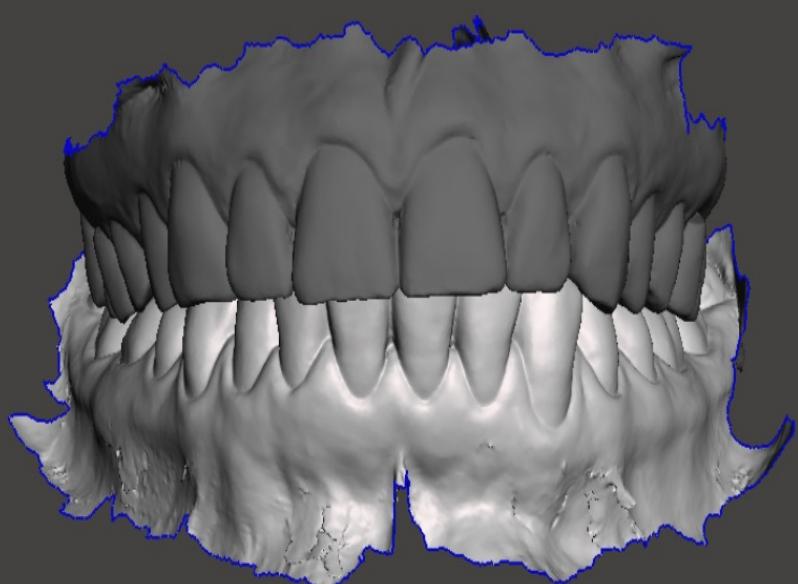
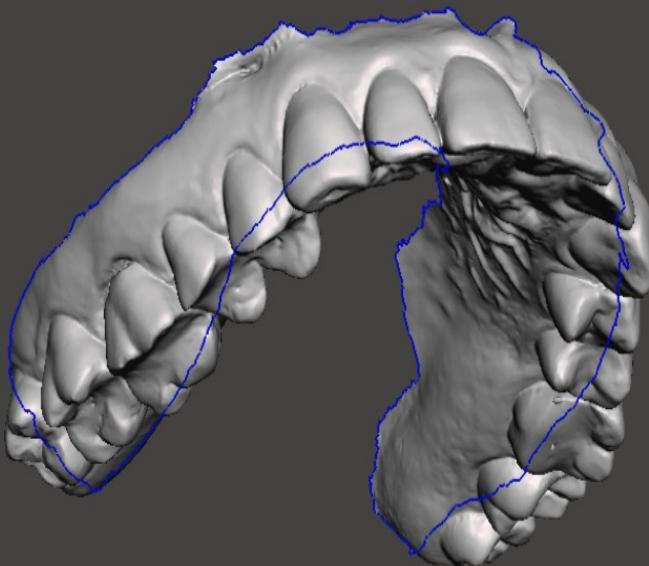
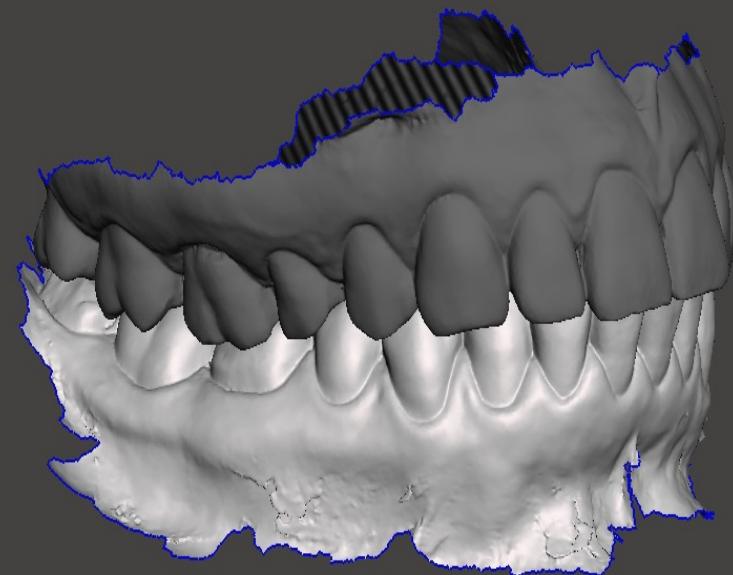
- Форма и гармонич-  
ность развития зубных  
рядов
- Визуализация сужения
- Ротация и ангюляция  
зубов



САГИТАЛЬНАЯ ЩЕЛЬ

- Соответствие раз-  
меров верхней и  
нижней зубных дуг по  
длине во фронтальном  
участке

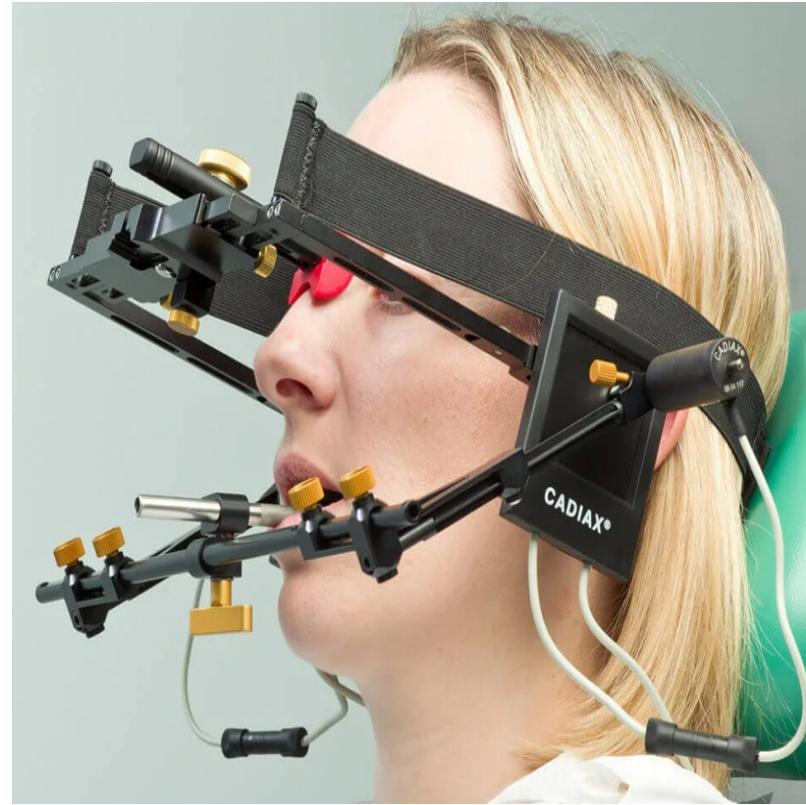




## Интраоральное сканирование



## Цифровая аксиография



# Элайнеры



Прозрачные капы для  
устранения патологии  
положения зубов,  
формы зубных рядов и  
исправление окклюзии

До



После







Скученность зубов



Перекрестный прикус



Диастема



Тремы



Рецидивы после ортодонтического лечения



Подготовка под  
протезирование





- **Сепарация (Separation)** – подтасчивание межзубного пространства специальными полосками (штипсы)
- **Штипсы** – наждачная полоска для подтасчивания зубной эмали

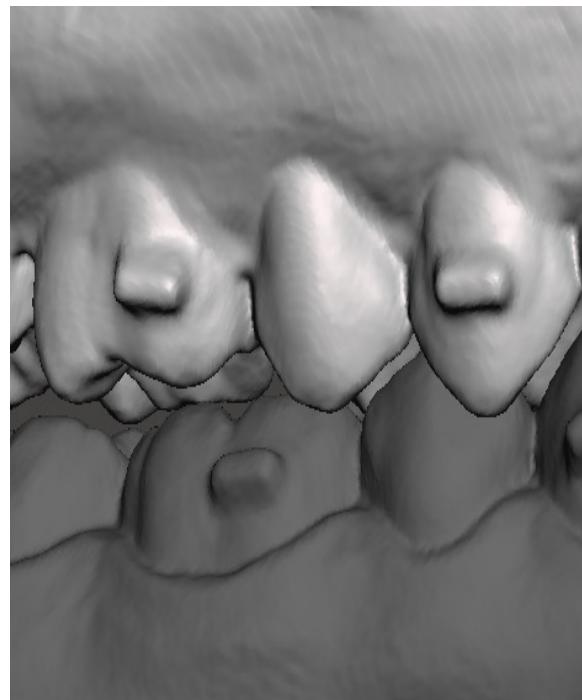
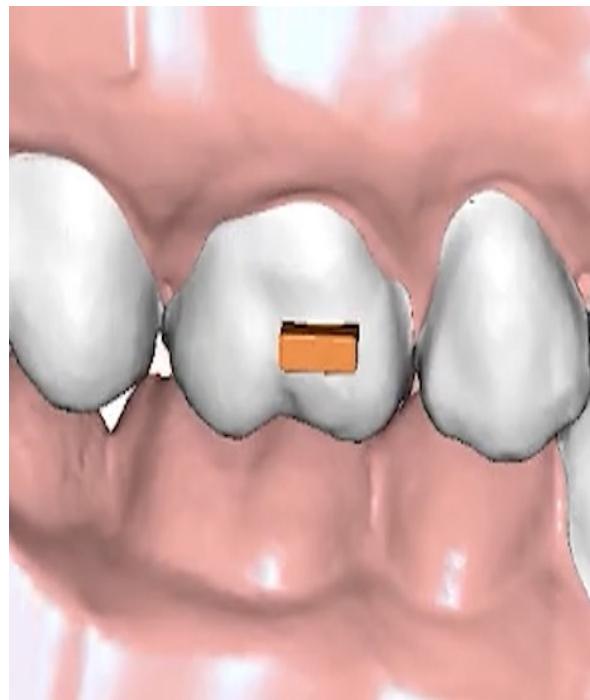
- **CleanChek** – виртуальный сетап, планирование клинического случая
- **Сетап видео**– видеофайл перемещения зубов

- 1 скелетный класс – ортогнатия
- 2 скелетный класс – дистальный прикус, устанавливаются эластики по 2-ому классу, на каппе делают крючковидные вырезы (в\ч – на клыках, н\ч – на молярах)
- 3 скелетный класс – мезиальный прикус, устанавливаются эластики по 2-ому классу, на каппе делают крючковидные вырезы (в\ч – на молярах, н\ч – на клыках)



- **Матрица** – каппа для установки аттачментов. Обычно используется в начале лечения, перед одеванием 1-ой каппы
- **Аттачмент** – дополнительный элемент для перемещения зуба, наносится на вестибулярную поверхность зуба.

- Аттачмент? Замок? Фиксатор?
1. Физическая сила для предсказуемого лечения
  2. Определенное давление на зуб
  3. Дополнительная опора и/или крепление элайнера
  4. 100% предсказуемого передвижения для зуба



1. Вертикальные прямоугольные – торк, ротация;
2. Усеченный под  $90 \deg$  эллипс – мезиально-дистальное перемещение
3. Овальные – вестибуло-оральное перемещение
4. Горизонтальные прямоугольные – экструзия, интрузия;
5. Индивидуализированные/кастомизированные

# Изготовление элейнеров

- 3d печать моделей каждого этапа перемещения
- Формовка кап



Компании:

- Leone (Италия)
- Copyplast  
(Германия)
- Ercodent  
(Германия)
- Zendura  
(Америка)

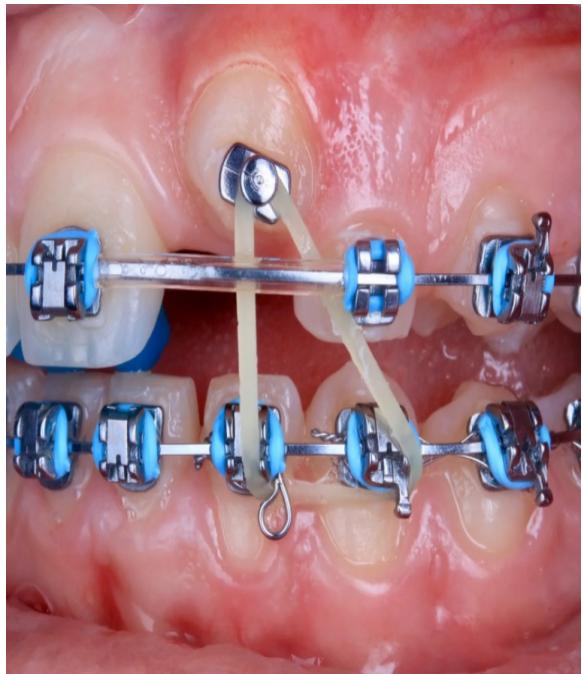
# Формовка кап

- Вакуумформер

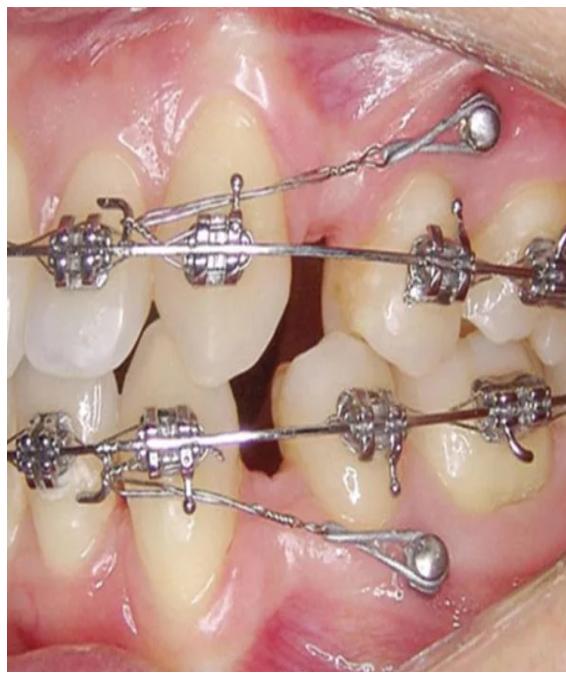




Кнопки



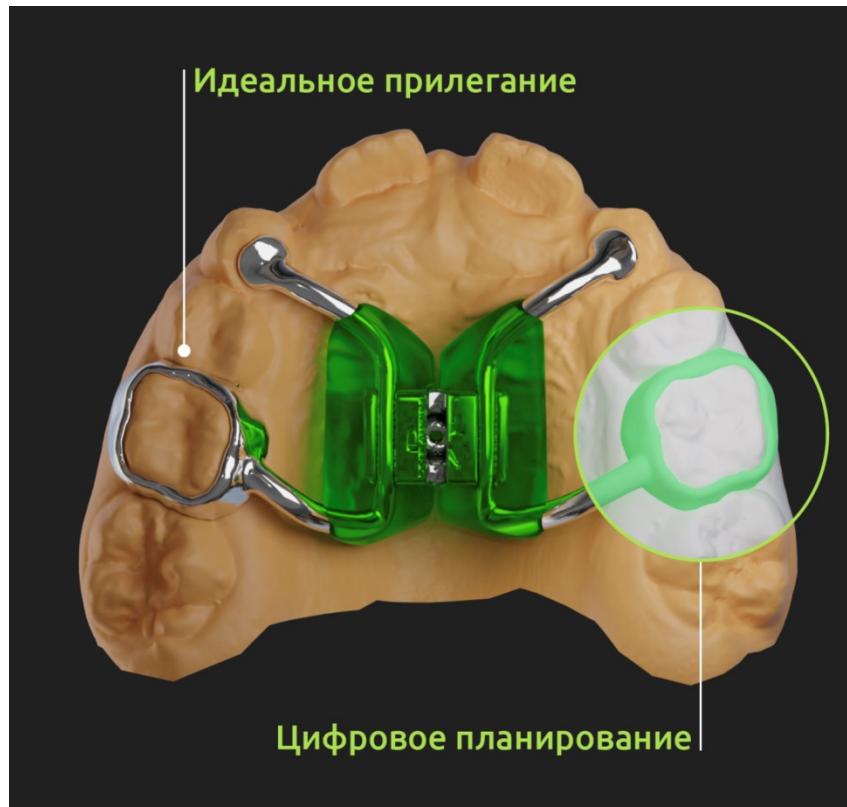
Минивинты



Эластики



# Цифровые ортодонтические аппараты



# Цифровые ортодонтические аппараты

