

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Красноярский государственный медицинский университет им.
профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»

Реферат на тему:
«Цифровые технологии в стоматологии»

Выполнил: ординатор 2 года

Музаев Руслан Ахмедович

Научный руководитель: к.м.н. доцент

Кунгуров Сергей Викторович

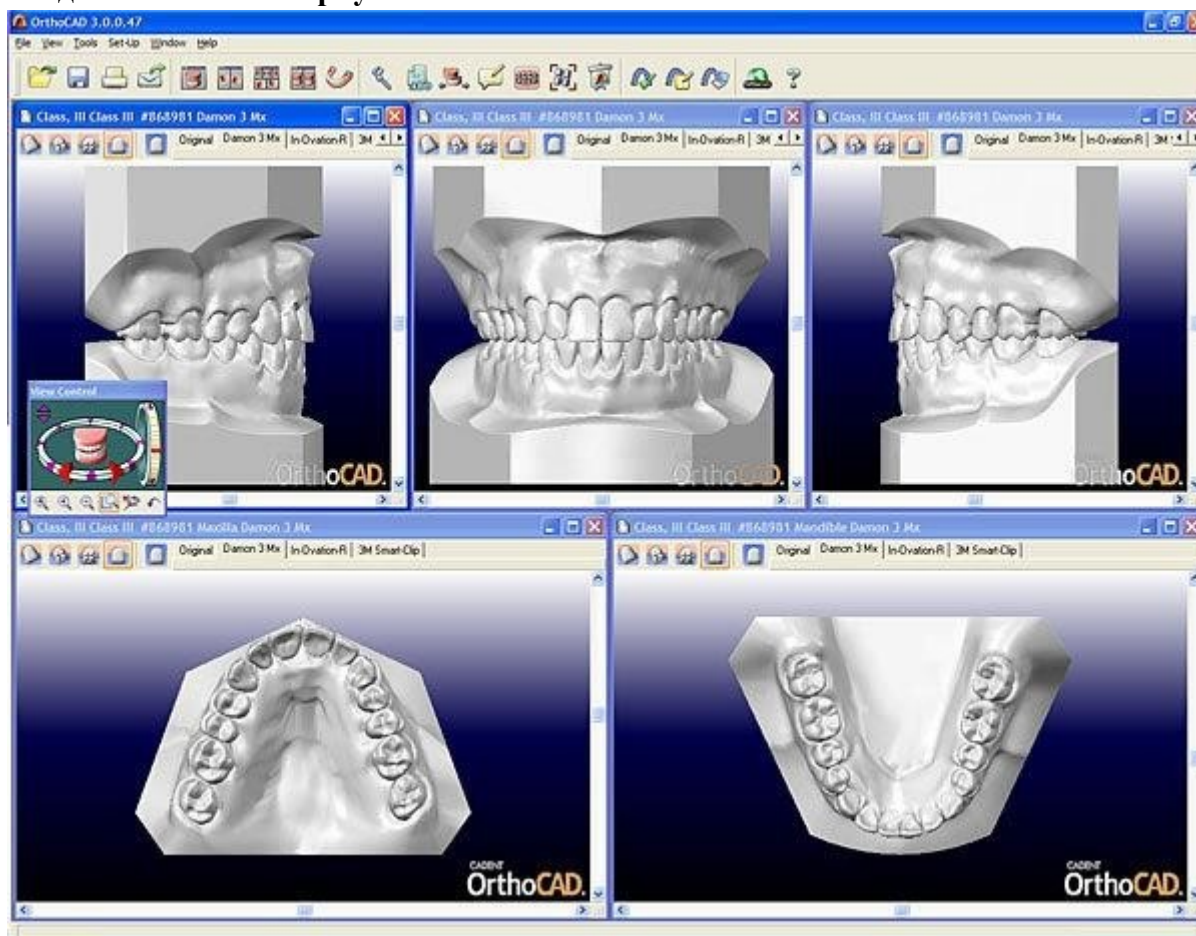
Красноярск

2019

Содержание:

1. Введение
2. Технология автоматизированного проектирования и изготовления зубных протезов
3. 3D-визуализация лица и зубных рядов
4. Методика получения трехмерного изображения лица из зубных рядов и их сопоставление
5. Трехмерные технологии в рентгенодиагностике
6. Компьютерная диагностика в нейромышечной стоматологии
7. Список используемой литературы

Введение в компьютерную стоматологию



Благодаря своей высокой точности, производительности и универсальности решаемых задач информационные технологии не могли не найти применения в медицине и, в частности, в стоматологии. Появились даже термины «стоматологическая информатика» и «компьютерная стоматология».

Цифровые технологии могут использоваться на всех этапах ортопедического лечения. Существуют системы автоматизированного заполнения и ведения различных форм медицинской документации, например Kodak EasyShare (Eastman Kodak, Rochester, N.Y.), Dental Base (ASE Group), ThumbsPlus (Cerious Software, Charlotte, N.C.), Частная практика стоматолога (DMG), Dental Explorer (Quintessence Publishing) и др. В этих программах помимо автоматизации работы с документами может присутствовать функция моделирования на экране конкретной клинической ситуации и предлагаемого плана лечения стоматологических пациентов. Уже существуют компьютерные программы, которые имеют возможность распознавания голоса врача. Впервые такая технология была применена в 1986 г. компанией ProDenTech (Batesville, Ark., USA) при создании автоматизированной системы ведения медицинской документации Simplesoft. Из таких систем наиболее востребована среди американских стоматологов Dentrux Dental Systems (American Fork, 2003).

Компьютерная обработка графической информации позволяет быстро и тщательно обследовать пациента и показать его результаты как самому пациенту, так и другим специалистам. Первые устройства для визуализации состояния полости рта представляли

собой модифицированные эндоскопы и были дорогими. В настоящее время разработаны разнообразные внутриротовые цифровые фото- и видеокамеры (AcuCam Concept N (Gendex), ImageCAM USB 2.0 digital (Dentrix), SIROCAM (Sirona Dental Systems GmbH, Germany) и др.). Такие приборы легко подключаются к персональному компьютеру и просты в использовании. Для рентгенологического обследования все чаще используются компьютерные радиовизиографы: GX-S HDI USB sensor (Gendex, Des Plaines), ImageRAY (Dentrix), Dixi2 sensor (Planmeca, Finland) и др. Новые технологии позволяют минимизировать вредное воздействие рентгеновских лучей и получить более точную информацию. Созданы программы и устройства, анализирующие цветовые показатели тканей зубов, например системы Transcend (Chestnut Hill, USA), Shade Scan System, (Cynovad, Canada), VITA Easyshade (VITA, Germany). Эти устройства помогают определить цвет будущей реставрации более объективно.

Есть компьютерные программы, позволяющие врачу изучить особенности артикуляционных движений и окклюзионных контактов пациента в анимированном объемном виде на экране монитора. Это – так называемые виртуальные, или 3D артикуляторы. Например, программы для функциональной диагностики и анализа особенностей окклюзионных контактов: MAYA, VIRA, ROSY, Dentcam, CEREC 3D, CAD (AX Compact). Для выбора оптимального метода лечения с учетом особенности клинической ситуации разработаны автоматизированные системы планирования лечения. Даже проведение анестезии может контролировать компьютер.

Технология автоматизированного проектирования и изготовления зубных протезов с



применением 3 D технологии

Несмотря на многообразие, основной принцип работы всех современных стоматологических CAD/CAM систем состоит из следующих этапов:

1. Сбор данных о рельефе поверхности протезного ложа специальным устройством и преобразование полученной информации в цифровой формат, приемлемый для компьютерной обработки.
2. Построение виртуальной модели будущей конструкции протеза с помощью компьютера и с учетом пожеланий врача (этап CAD).
3. Непосредственное изготовление самого зубного протеза на основе полученных данных с помощью устройства с числовым программным управлением из конструкционных материалов (этап CAM).

Сбор данных для системы CAD/CAM

Системы CAD/CAM значительно отличаются между собой на этапе сбора данных. Считывание информации о рельефе поверхности и перевод ее в цифровой формат

осуществляется оптическими или механическими цифровыми преобразователями (дигитайзерами). Основное отличие оптического слепка от обычной плоской цифровой фотографии объекта состоит в том, что он является трехмерным, т.е. каждая точка поверхности имеет свои четкие координаты в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Устройство для получения оптического слепка, как правило, состоит из источника света и фотодатчика, преобразующего отраженный от объекта свет в поток электрических импульсов. Последние оцифровываются, т.е. кодируются в виде последовательности цифр 0 и 1, и передаются в компьютер для обработки. Большинство оптических сканирующих систем исключительно чувствительно к различным факторам. Так, небольшое движение пациента в процессе получения и накопления данных приводит к искажению информации и ухудшает качество реставрации. Кроме того, на точность оптического способа сканирования существенно влияют отражающие свойства материала и характер изучаемой поверхности (гладкая она или шероховатая). Механические сканирующие системы считывают информацию с рельефа контактным зондом, который шаг за шагом передвигается по поверхности согласно заданной траектории. Прикасаясь к поверхности, устройство наносит на специальную карту пространственные координаты всех точек контакта и оцифровывает их. Для обеспечения максимальной точности в процессе сканирования от начала и до конца недопустимо малейшее отклонение сканируемого объекта относительно его первоначального положения. Из всего многообразия доступных CAD/CAM комплексов пока только два обладают возможностью проведения высокоточного внутриротового сканирования. Это системы CEREC 3 (Sirona Dental Systems GmbH, Germany) и Evolution 4D (D4D Technologies, USA). Все остальные CAD/CAM системы оснащены точными оптическими или механическими сканирующими устройствами, размеры или особенности работы которых не позволяют проводить сбор данных о рельефе непосредственно в полости рта пациента. Для работы таких систем требуется предварительное получение традиционных оттисков слепочными материалами и изготовление гипсовых моделей.



Рис.1 Система iTero

Корпорация Cadent Inc. разработала систему iTero для цифрового снятия слепков с применением запатентованного интраорального сканера (рис.1). Система включает в себя также рабочую станцию CAD в зуботехнической лаборатории, компьютер для обработки данных и производственного центра поддержки Cadent. Для снятия цифрового слепка стоматолог сначала заполняет электронную форму, что позволяет iTero мгновенно разработать индивидуальную последовательность сканирования для каждого конкретного пациента (рис.2). С помощью аудиоподсказок система запрашивает у стоматолога, какой материал будет использоваться для изготовления реставрации, тип финишной линии препарирования, оттенок зубов и реставрации и любые особые пожелания. С помощью данного сканера можно регистрировать практически любой вид препарирования, а также регистрировать прикус. Вся процедура занимает примерно 3-4 минуты. При необходимости стоматолог может внести нужные изменения и выполнить дополнительное сканирование. Затем электронный файл пересылают в лабораторию, где зубной техник изучает полученный



Рис.2 Снятие цифрового слепка

клинический случай и проверяет файл на полноценность и точность. После завершения компьютерного моделирования конструкции (CAD) зубной техник пересылает эти данные в Cadent.

Компьютерное моделирование конструкции протеза

Современные системы, получив со сканера оцифрованную информацию о рельефе поверхности протезного ложа, приступают к построению его изображения на экране монитора. После этого специальное программное обеспечение предлагает врачу наиболее приемлемый вариант реставрации зуба. Некоторые из современных компьютерных программ могут спроектировать протезы, не уступающие по своим параметрам работам опытных зубных техников.

Степень вмешательства, необходимого от оператора системы CAD/CAM, для того чтобы спроектировать реставрацию, может меняться в пределах от минимальных пользовательских настроек до существенного изменения конструкции. Даже в наиболее автоматизированных системах пользователь обычно имеет возможность изменить автоматически спроектированную реставрацию согласно своим предпочтениям. Широкое развитие получило трехмерное анимированное моделирование будущей конструкции. Оно в значительной мере упрощает и ускоряет процесс создания виртуальной модели протеза, делает его более наглядным. Врач может рассмотреть на экране монитора конструкцию со всех сторон, при различном увеличении и внести свои поправки (рис.3).

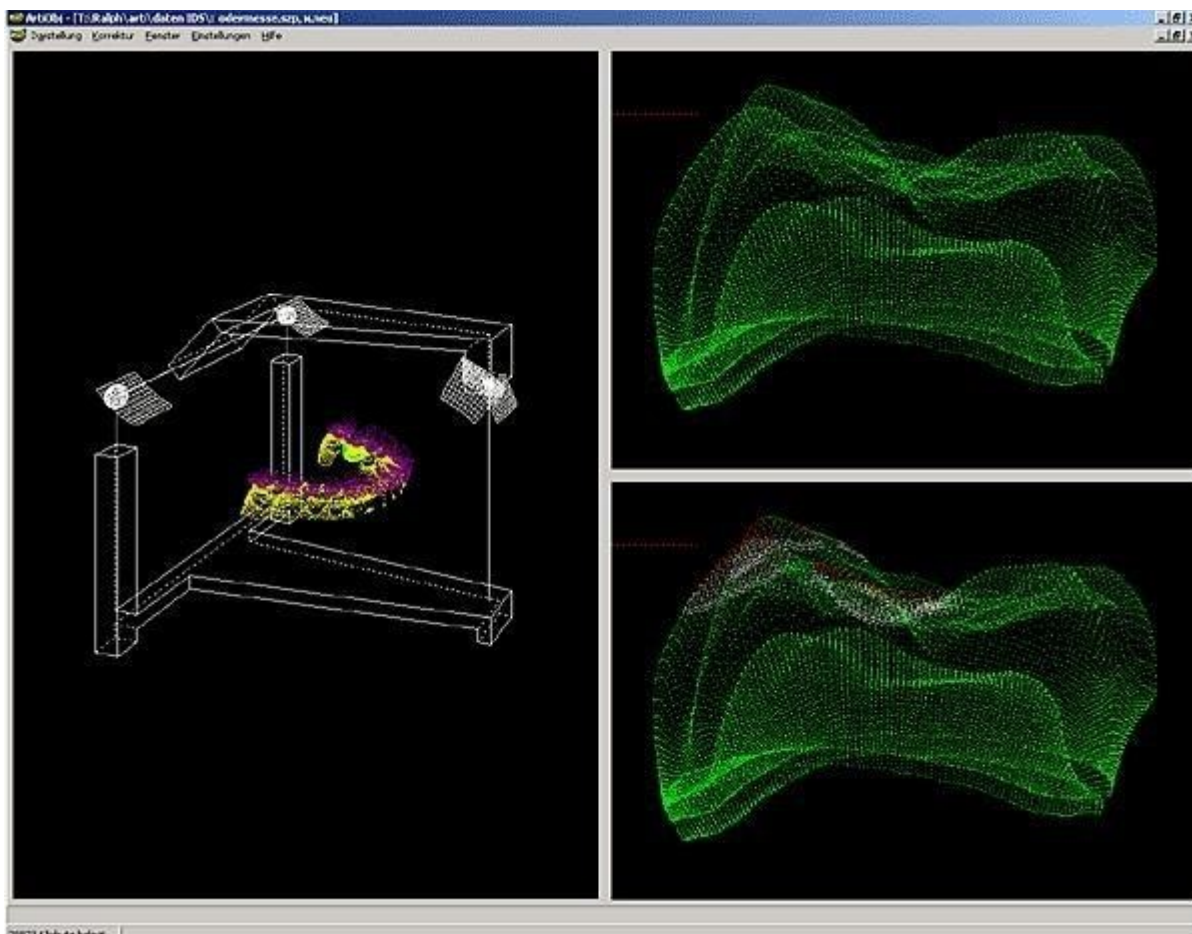


Рис.3 Моделирование с учетом данных аксиографии

Изготовление реставрации с использованием CAD/CAM-системы

Когда моделирование будущей реставрации завершено, программное обеспечение CAD преобразовывает виртуальную модель в определенный набор команд. Они, в свою очередь, передаются на производственный модуль CAM, который изготавливает спроектированную реставрацию. Там полученный набор команд преобразуется в последовательность электрических импульсов, управляющих высокоточными движениями изготавливающего инструмента.

Избирательное лазерное спекание – одна из технологий, которые используются для изготовления керамических или металлических зубных реставраций. Примером могут служить стоматологические системы Medifabricating (Bego Medical AG, Germany) и DigiDent (Hint-ELs, Germany). При этом методе компьютер просчитывает траекторию движения инструмента, как и в других существующих CAD/CAM-системах. Однако система не шлифует, а спекает лучом лазера слой материала, двигаясь по заданной траектории внутри емкости, заполняемой послойно керамическим или металлическим порошком. Каждый последующий слой сплавляется с предыдущим.

Область применения стоматологических CAD/CAM-систем не ограничивается одним только изготовлением зубных протезов (таблица 1). Так, разработано несколько CAD/CAM-систем для применения в хирургической практике. Например, система SurgiGuide (Materialise, Belgium) используется для изготовления индивидуальных хирургических шаблонов, облегчающих правильное расположение зубных имплантов во

время операции. CAD/CAM-система Nobel Guide software (Nobel Biocare, Sweden) позволяет изготовить реставрацию непосредственно после установки имплантата. Обе системы используют данные, полученные методом компьютерной томографии, специальное программное обеспечение CAD, чтобы определить идеальное размещение реставрации, и технологии CAM для производства шаблонов или рабочих моделей.

Область применения	Компьютерные системы
Обучение специалистов, научные исследования	
Симуляторы – обучающие программы, в которых воспроизводятся различные клинические ситуации	CLINSIM (Morita, Japan); PREPassistant (KaVo Dental GmbH, Germany); DentSim Compact (Yoshida, Japan)
Обмен опытом, справочные материалы, дистанционное обучение	MEDLINE, INTERNET
Компьютерное моделирование различных процессов	SPLIN-K, COSMOS/M, ANSYS
Клиническое использование	
Оптимизация работы с медицинской документацией, электронные амбулаторные карты пациентов	Simplesoft (ProDenTech), Dentrux Dental Systems (American Fork), Kodak EasyShare (Kodak), Dental Explorer (Quint. Publ)
Получение цифрового фото- и видеозображения из полости рта	AcuCam Concept N (Gendex), ImageCAM USB 2.0 digital (Dentrux), SIROCAM (Sirona Dental Systems GmbH)
Радиовизиография	GX-S HDI USB sensor (Gendex), ImageRAY (Dentrux), Dixi2 sensor (Planmeca)
определение оптических характеристик зуба (цвет, прозрачность, яркость, и др.)	Transcend (Chestnut Hill), Shade Scan System, VITA Easyshade
Виртуальные артикуляторы	MAYA, CEREC 3D, CAD (AX Compact)
Комплексы для автоматизированного проектирования и изготовления зубных протезов (CAD/CAM - системы)	ProCERA (Nobel Biocare, Göteborg, Sweden), CEREC 3 (Sirona Dental Systems GmbH, Germany), CELAY (Mikrona Technologic, Switzerland)

Таблица 1. Компьютерные технологии, применяемые в стоматологии

Компьютерные технологии могут применяться на всех этапах оказания стоматологической помощи. Своевременная подготовка специалистов, в полной мере владеющих такими технологиями, является важным условием широкого внедрения современных информационных технологий во все сферы стоматологии.

3D-визуализация лица и зубных рядов

Поскольку эстетическое восприятие связано с определенной долей субъективизма, перед выполнением, как правило, дорогого эстетического лечения, обязательно следует заранее спланировать результат и согласовать его между пациентом, врачом и зубным техником.

Известно множество традиционных способов передачи эстетической информации:

1. Получение и анализ описательной информации (эстетическая анкета, собеседование, зарисовки).
2. Получение исходной объективной информации (гипсовые модели, фотографии), подготовка и анализ натуральных образцов путем моделирования воском на модели или композитом прямо в полости рта.
3. Компьютерное моделирование.

В настоящее время в эстетической стоматологии используется несколько различных вариантов компьютерного моделирования:

1. Редактирование двумерных изображений.
2. Комбинация и редактирование двумерных и трехмерных изображений.
3. Редактирование трехмерных изображений.

Редактирование трехмерных изображений является наиболее перспективным способом компьютерного планирования возможных результатов лечения и в ближайшие годы займет ведущее место среди методов планирования, став первым и необходимым этапом общения с пациентом.

Этот способ позволяет:

- воспроизвести трехмерное изображение лица пациента, и его зубных рядов, сопоставленных в корректном друг относительно друга положении, —
- обсудить с пациентом эстетические проблемы, существующие на момент обращения,
- провести виртуальное моделирование, согласовав предполагаемую форму и положение зубов пациента,
- обосновать план лечения и целесообразность привлечения смежных специалистов,
- точно воспроизвести согласованную форму в готовом протезе на основе применения 3D-технологий,
- при общении с зубным техником на расстоянии показать ему лицо и зубы пациента в трехмерном виде, что важно при моделировании будущей конструкции.

Одно из главных функциональных преимуществ метода состоит в том, что его можно сочетать на этапах лечения с другими 3D-технологиями в стоматологии.

3D-визуализация лица и зубных рядов с проектированием новой формы передних зубов

Еще перед началом стоматологического лечения представляется разумным поинтересоваться возможным конечным результатом (связанного с имплантацией, протезированием, исправлением прикуса).



Рис.4



Рис. 5

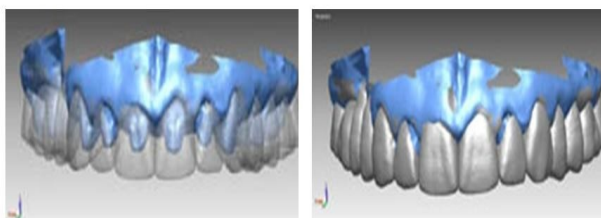


Рис.6

Все основные и подготовительные лечебные мероприятия, связанные с изменением визуального образа зубного ряда (улыбки) следует направлять на достижение вполне определенной конечной цели. Эта цель должна быть представлена не в виде некоторого «идеального» образа в сознании пациента, врача и зубного техника, который у всех троих может быть разным, а **в виде вполне конкретной модели** (объекта) (Рис. 4,5,6). **Этот** реальный **образ**, который **утверждается всеми участниками лечебного процесса заранее** и должен быть именно тем образцом, относительно которого ведется планирование всех лечебных мероприятий. Цифровые методы планирования и производства сделали возможным выстроить весь лечебный процесс, ориентируясь на запланированный конечный результат и гарантированно достигать его. Система 3D-визуализации лица и зубных рядов представляет собой аппаратнопрограммный комплекс, состоящий из трехмерного бесконтактного сканера лица, трехмерного бесконтактного сканера зубных рядов, программ ввода, обработки изображений и их сопоставления. После получения 3D-моделей лица (рис. 7) и зубных рядов (рис. 8) они совмещаются путем последовательных сопоставлений через реперные точки (рис. 9).



Рис. 7

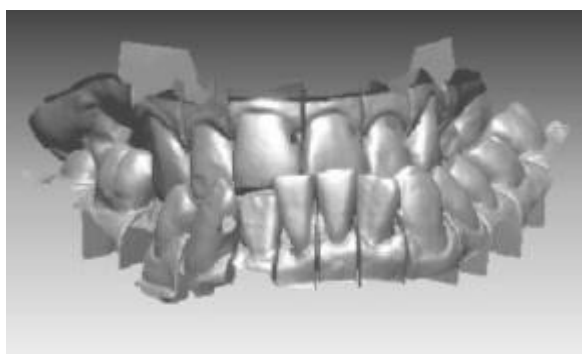


Рис.8



Рис. 9

Важно понимать, что любое изменение положения и формы зубных рядов, высоты и наклона плоскости окклюзии вертикальной высоты прикуса, степени резцового перекрытия в вертикальной и сагиттальной плоскостях можно оценить только путем визуального сопоставления с лицевыми признаками. Кроме того, подобные изменения могут вызвать изменение тонуса, формы и положения губ. Это связано с тем, что круговая мышца рта не имеет костных прикреплений, а верхние и нижние мышцы лица и щечные мышцы одним концом прикрепляются к костям лицевого черепа, а другим — к мягкотканым структурам рта. Из этого следует, что при планировании результата эстетического стоматологического лечения необходимо принимать во внимание не только возможные изменения самого зубного ряда, но также и окружающих мягких тканей. Основой для проектирования являются как стандартные формы зубов из банка данных, так и собственные имеющиеся во рту зубы пациента. Основными инструментами для проектирования являются процедуры перемещения зубов, их повороты, масштабирование отдельных их частей или целиком, деформирование.

Сканеры для лицевого сканирования:

- ⌚ лицевой трехмерный сканер faceSCAN III (Breuckmann, Германия) (Рис.10);

Рис.10

- ⌚ лицевого трехмерного сканера, разработанный в ВНИИОФИ РАН (группа разработчиков отечественной стоматологической системы OpticDent) (Рис.11).





Рис.11 Лицевой трехмерный сканер



Для сканирования гипсовых моделей челюстей использовался стоматологический трехмерный сканер hiScan? (рис. 12). В системе сканирования hiScan? расположено три камеры для сбора данных и один проектор (фотограмметрия со структурированной подсветкой).

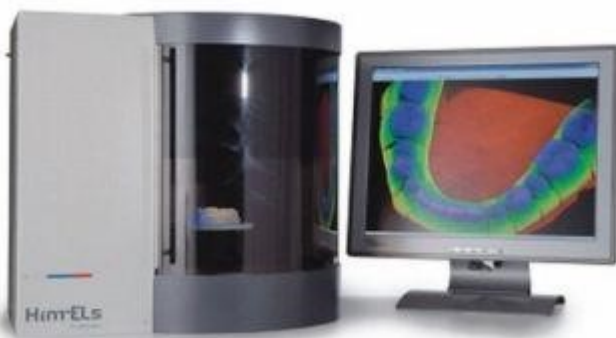


Рис.12 сканер hiScan?

Работа универсального сканера Roland LPX-250 основана на методике сканирования точкой. На сканируемый объект проецируется луч лазера в виде точки, при этом сам объект вращается на поворотном столике во внутренней камере сканера и по изменению расстояния от объекта до дальномера сканера восстанавливается трехмерная поверхность

(рис. 13). Максимальные размеры сканируемого объекта могут достигать до 0,4 метра в высоту и до 0,2 метра в диаметре.



Рис. 13. Лазерный сканер Roland LPX-250.

Для обработки данных трехмерного сканирования используется программа-редактор трехмерных моделей RapidForm от корейской компании INUS Technology. Логически программный продукт разделен на самостоятельные разделы (Workbenches), каждый из которых выполняет конкретную задачу и соответствует определенному этапу работы с трёхмерной моделью.

Методика получения трехмерного изображения лица и зубных рядов и их сопоставление.

Сначала происходит получение трехмерной модели улыбающегося лица пациента с реперным объектом в полости рта (при естественном для улыбки разобщении зубных рядов) путем сканирования. Для этого пациента усаживают перед лицевым сканером. В области измерительной камеры сканера устанавливают зеркало, глядя в которое, пациент мог бы контролировать свое выражение лица и улыбку, обнажая зубы максимально и при этом естественно. На компьютере запускается программа для сканирования, прилагающаяся к сканеру, затем настраиваются необходимые параметры (параметры фоточувствительности и фокусировка). В полости рта необходимо закрепить реперный объект. Затем запускали процесс сканирования лица пациента. Этот процесс схож с фотографированием на документы (рис. 14).



Рис. 14 Трехмерная модель лица, полученная в результате сканирования.

Для получения трехмерных зубных рядов снимают полные анатомические оттиски верхней и нижней челюсти, отливают гипсовые модели. Затем при помощи трехмерного сканера сканируют гипсовую модель зубного ряда с установленным на ней реперным объектом. Не меняя положение гипсовой модели, реперный объект снимается и повторно сканируется уже сам зубной ряд (рис. 15).

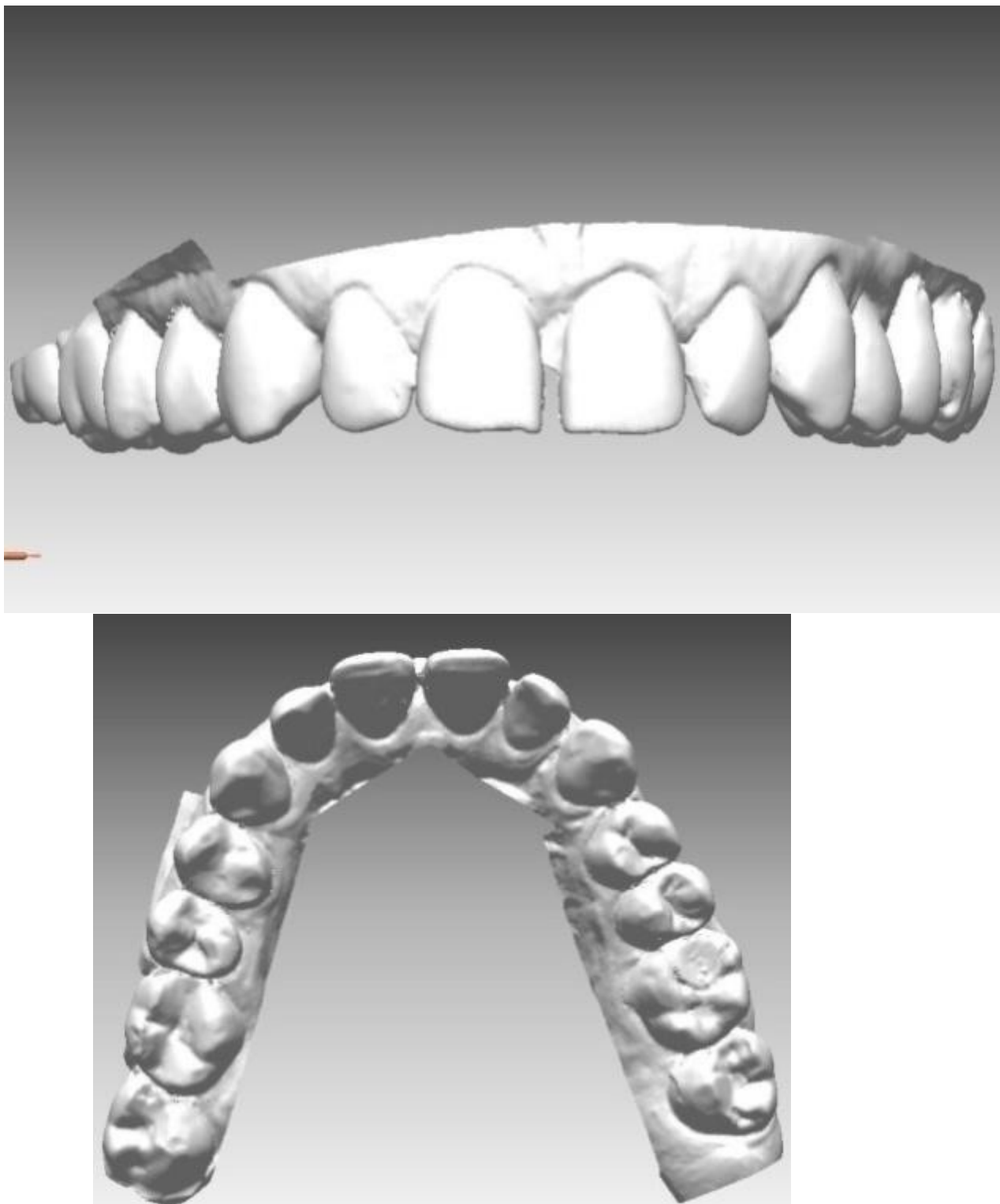
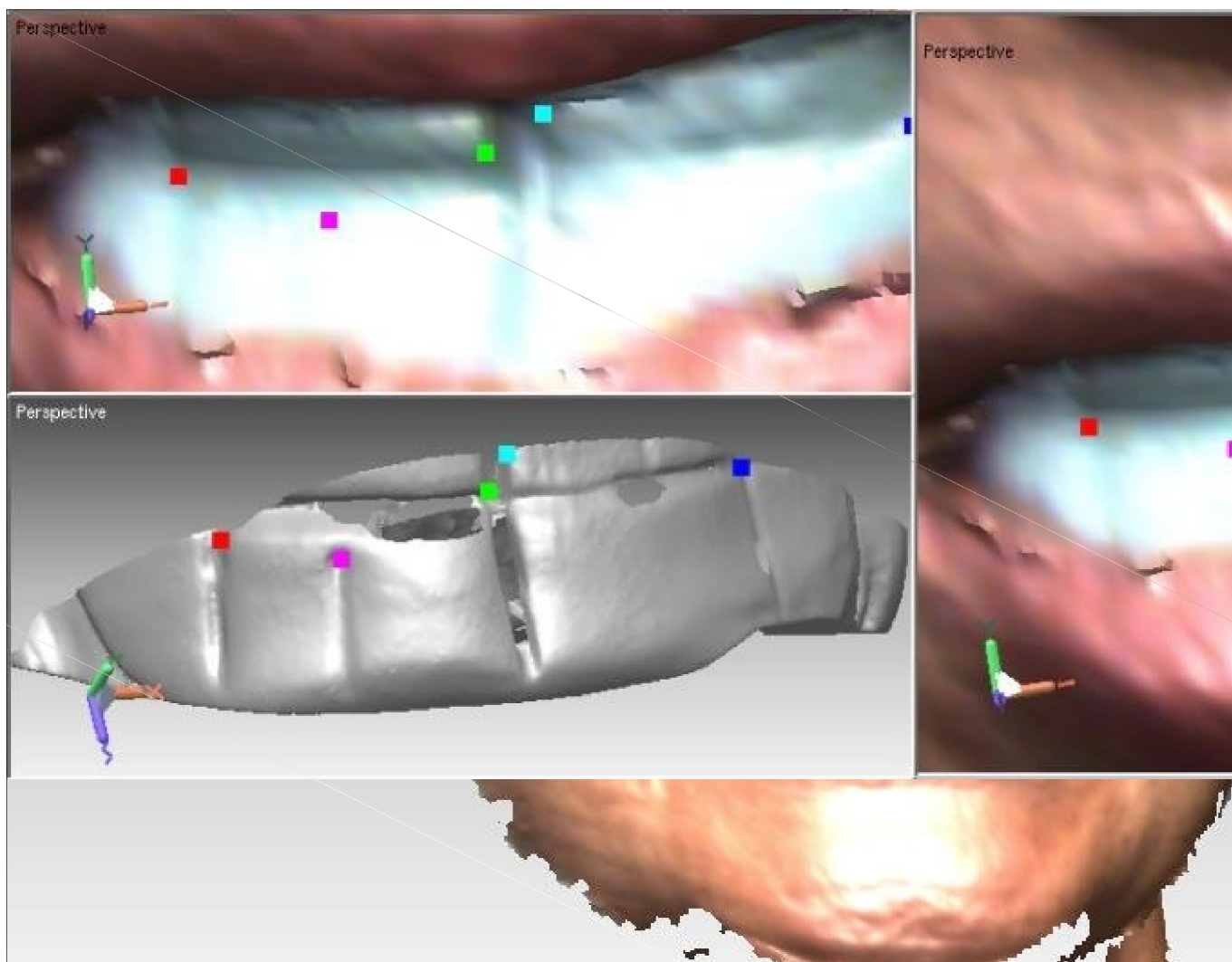


Рис. 15. Трехмерная модель зубного ряда пациента.

В итоге получаются несколько трехмерных моделей, не связанных между собой: трехмерную модель улыбающегося лица с реперным объектом в полости рта, трехмерные модели обеих челюстей с реперным объектом (рис. 16), трехмерные модели верхней и нижней челюстей.

Рис. 16. Не сопоставленные трехмерные модели лица и челюстей.



Сопоставление трехмерных моделей лица и челюстей осуществляется по рельефу на реперном объекте. Сопоставление проводится по точкам (3 и более), которые указывают на трехмерной модели (чем больше точек используется, тем точнее результат сопоставления) (рис. 17).

Рис. 17. Процесс сопоставления трехмерных моделей.

После сопоставления трехмерных моделей можно проверить точность при помощи специальной опции «Shell/shell deviation». Затем удаляют несколько “ненужных” поверхностей. В итоге остается трехмерная модель улыбающегося лица пациента с зубными рядами, сопоставленными в корректном положении друг относительно друга (рис. 18).



Рис. 18. Финальный результат сопоставления трехмерных моделей.

Для дополнительного контроля правильности пространственного сопоставления моделей лица и зубных рядов использовали предварительно сделанные фотографии улыбающегося лица пациента в фас и профиль. На описанную выше методику получен патент № 2306113.

Список используемой литературы:

- 1.С.И.Вольвач, «Обзор новых разработок и модификаций известных технологий CAD/CAM стоматологического назначения»,// Новое в стоматологии -2003.- № 7
- 2.Scott Henkel «Качество с самого начала. Использование технологии цифровых оттисков для изготовления качественных реставраций», // LAB журнал для ортопедов и зубных техников -2007.-№ 4.- С.54-56
- 3.К. Ронкин «Использование релаксации мышц головы и шеи с помощью миомонитора для определения идеальной окклюзии при ортопедическом или ортодонтическом лечении», // DentalMarket-2009.- № 5.- С.27-32
- 4.К. Ронкин «Использование электросонографии в диагностике суставного шума и дисфункции ВНЧС», // DentalMarket-2010.- №2.- С.91-94
- 5.А.Н. Ряховский, В.В.Левицкий «Новые возможности планирования эстетического результата ортопедического лечения» // Клиническая стоматология – 2008. – №4. – С.32-36
6. А.Н. Ряховский, В.В.Левицкий «Система 3D-визуализации лица и зубных рядов» // Панорама ортопедической стоматологии. – 2008. – №1. – С.2-4.
7. А.Н. Ряховский, В.В.Левицкий, М.А Мурадов, А.А. Карапетян, А.В. Юмашев «Сравнительная оценка методов трехмерного сканирования лица» // Панорама ортопедической стоматологии. – 2007. – №4. – С.10-13.
8. Chan, CA. *Common myths of neuromuscular dentistry and the five basic principals of neuromuscular occlusion. Sept./Oct. Vol.2, Number 5. LV1 Dental Vision; 2002:10-11.*
9. Alan David. Cerec inLab: the CAD/CAM system with a difference. Acta Med Dent Helv 5, 131-139 (2003).