



# Планирование эстетического результата стоматологического лечения



**РЯХОВСКИЙ А.Н.**

д.м.н., проф., заведующий отделением современных технологий протезирования ФГУ ЦНИИСиЧЛХ МЗ РФ

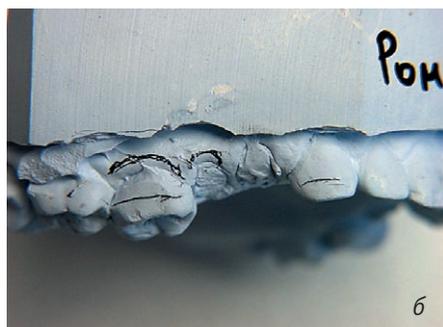
г. Москва

Переверзев В.А.(1987) считает, что работа врача по устранению эстетических дефектов лица или зубных рядов отличается от работы скульптора. Он не может создавать некий обобщенный образ, а должен добиться индивидуального внешнего сходства. При этом врач лишен возможности экспериментировать, поскольку он обязан безошибочно воссоздавать форму и цвет с первого раза, а поэтому должен усиленно работать на этапе планирования вмешательства.

Поскольку эстетическое восприятие связано с определенной долей субъективизма, перед выполнением дорогого эстетического лечения обязательно

следует заранее спланировать результат и согласовать его с пациентом.

По мнению Silverman S.I. (цит. по Гольдштейн Р. (2003), психологическая реакция на эстетическое лечение определенно является очень сложной, при этом определяющими факторами являются наличие или отсутствие комплекса неполноценности, психологических или эмоциональных нарушений. Порой пациенты неспособны адекватно соотнести свои пожелания с реальной клинической ситуацией. Игнорируя реалии своей внешности, они постоянно меняют требования к желаемому облику зубных протезов. Это часто приводит к неудаче, и пациенты отказываются закончить лечение. Они обращаются к другому стоматологу, и там все повторяется снова. Кроме того, врач может подвергнуться словесным оскорблениям и судебным искам со стороны таких пациентов.



**Традиционные подходы при планировании эстетического результата ортопедического лечения**

В настоящее время существует два основных подхода к планированию эстетического результата лечения: создание натуральных образцов и компьютерное моделирование.

**1. Маркировка**

Простым и дешевым способом демонстрации небольших изменений формы и размеров зубов является рисование на диагностических гипсовых моделях или непосредственно на зубах в полости рта. На гипсовых моделях простым карандашом могут наноситься линии, указывающие на должный уровень десневого края, перед операцией гингивотомии,

Рис. 1 а, б. Демонстрация изменений формы и размеров зубов с помощью рисования на диагностических гипсовых моделях

или на уровень режущего края перед укорочением зуба сошлифовыванием. Можно обозначить будущую кривизну углов, режущего края зубов перед их контурированием и т.д. Подобная операция может выполняться и прямо в полости рта с помощью черного спиртового маркера (рис. 1 а, б).

## 2. Создание натуральных образцов

Известен как прямой, так и непрямой способы моделирования наружной

формы будущего протеза на реальном объекте.

Прямой способ заключается в нанесении мягкого, под цвет зуба воска или композиционного материала непосредственно на зубы в полости рта. Р.Гольдштейн считает этот способ весьма эффективным при наличии трем или диастем из-за его низкой стоимости и быстроты выполнения.

Однако при планировании косметического контурирования зубов, орто-

донтического лечения такой способ, по мнению Goldstein С.Е. и соавт. (1998), требует больших затрат времени и недостаточно эффективен.

Непрямой способ заключается в нанесении воска уже на гипсовой модели зубного ряда (wax up) (рис. 2 а, б, в, г). Для сокращения времени моделирования (до 25 мин. на шесть передних зубов) могут быть использованы фабричным образом изготовленные восковые виниры основных типичных форм (Schuler Dental).

Непрямой способ полезен еще и тем, что требует участия самого зубного техника, отражает его видение и возможности и является своеобразным тренингом перед работой на окончательный результат.

К недостаткам такого способа относят его относительную дороговизну и большие затраты времени. Кроме того, пациент испытывает затруднения при визуальной оценке восковых зубов на гипсовой модели.



Рис. 2 а, б, в, г. Непрямой способ моделирования: нанесение воска на гипсовую модель (wax up)

Рис. 3 а, б, в, г. Методика переноса достигнутой на модели формы в полость рта (tock up)

Рис. 4 а, б, в. Если зубы на гипсовой модели подвергались сошлифовыванию, то и естественные зубы в этих местах рекомендуется сошлифовать

Недостатком такого способа является и то, что зубной техник не располагает информацией, касающейся лица пациента, его улыбки. Б.Туати и соавт. (2004) описывают систему Kalco (Zermack), которая служит для передачи улыбки пациента в трехмерном виде реального объекта. По своей сути она похожа на методику получения десневой силиконовой маски, которую используют в получении силиконового оттиска и последующей репродукции в силиконе нижней части лица и губ пациента. Эта силиконовая репродукция совмещается с артикулятором и служит важным дополнительным ориентиром для создания формы передних зубов. Такой способ требует еще больших затрат времени. Недостатком данного способа является высокая вероятность искажений за счет деформирования мягких тканей лица при получении оттиска.

Предоставление пациенту для визуальной оценки восковой репродукции на гипсовой модели не всегда бывает достаточным. Не все пациенты обладают способностью согласовать в своем воображении увиденное на модели и условия полости рта. Для того чтобы облегчить им эту задачу, применяется методика переноса достигнутой на модели формы прямо в полость рта (mock up). Она заключается в получении оттиска (как правило, для этого используется базисный силиконовый материал) с гипсовой модели после ее модификации воском, либо изготавливается пресс-форма из тонкого термопластического материала.

Затем оттиск (пресс-форма) в области выполненных коррекций заполняется пластмассой для временных коронок и одевается на зубной ряд (рис. 3 а, б, в, г).

Следует отметить, что если зубы на гипсовой модели подвергались сошлифовыванию (выдвинутый или наклоненный зуб), то и естественные зубы в этих местах рекомендуется сошлифовать (рис. 4 а, б, в).

После застывания пластмассы оттиск извлекается из полости рта и производится небольшая коррекция полученной репродукции удалением излишков пластмассы.

Представленные способы планирования (особенно wax up – mock up) получили широкое распространение в ортопедической стоматологии ввиду высокой эффективности, полезности и удобства. Ее единственным и, пожалуй, главным недостатком является человеческий фактор. Как нельзя дважды войти в одну и ту же воду, так и нельзя вручную дважды выполнить абсолютно одинаковые копии. Кроме того, в случае вестибулярного положения зубов требуется их предварительное сошлифовывание, иначе этот способ не может быть осуществлен. Если пациент останется неудовлетворен результатом планирования, процедура должна быть повторена от начала и до конца снова, до достижения согласованного результата, и требует дополнительных посещений.

### 3. Компьютерное моделирование

Р.Гольдштейн (2003) считает компьютерное моделирование наилучшим

методом планирования результата, поскольку в присутствии пациента можно попробовать сразу несколько вариантов. В настоящее время в эстетической стоматологии используется редактирование только двухмерных изображений.

### Визуализация и компьютерное 2D-редактирование

Медицинская визуализация – это бурно развивающаяся область науки и техники. Создание изображений внутренних и наружных органов, анатомического строения и функций человеческого тела является фундаментальным для медицинской науки. Диагностика заболеваний, лечение и управление медицинскими процедурами опираются на данные, получаемые медицинской визуализацией.

За последние полвека медицинская визуализация развилась столь значительно, что некоторые ее методы стали рассматриваться как независимые отдельные медицинские направления. Создание этих новых видов визуализации потребовало



Рис. 7 а, б, в. Планирование лечения: клиническая ситуация №3



Рис. 5 а, б. Планирование лечения: клиническая ситуация №1



Рис. 6 а, б. Планирование лечения: клиническая ситуация №2

совместных усилий физиков, инженеров и химиков.

Важным шагом является появление оптической визуализации и в стоматологии. На смену обычным фотографиям пришли компьютерные системы. Имеется три основных типа указанных систем, а именно:

1. Интраоральная камера, совместимая с персональным компьютером.

2. Система экстраоральной «косметической симуляции» - использует фотокамеру, совместимую с компьютером, для получения двухмерного изображения лица или его частей. С помощью программ для редактирования изображений при планировании протезирования либо других косметических вмешательств проводится создание прообразов будущих результатов.

3. Комбинация экстра- и интраоральных визуализаторов в единой системе.

Первая и третья системы по списку обладают возможностью лишь документально фиксировать ситуацию в полости рта до и после лечения, как средство общения между специалистами, как средство общения с пациентами.

Но только вторая система обладает возможностями организовать предметный диалог с пациентом. Стоматолог может показать пациенту, насколько он может улучшить его внешний вид, а пациент может конкретно показать, что он хочет получить.



Рис. 8 а, б. При компьютерном моделировании нецелесообразно создание и использование банка данных зубов, так последующий подбор и модификация цвета требуют слишком много времени, и полученный образ чаще всего оказывается неестественным

Если произвольно изменять цифровой код, ответственный за отдельные участки изображения, происходит модификация изображения. Компьютерные программы, позволяющие делать это, называются графическими редакторами. С их помощью можно таким образом модифицировать исходное изображение, чтобы получить представление о том, как будет выглядеть предполагаемый результат эстетического лечения. Для виртуального двухмерного моделирования зубов можно использовать графические редакторы (Adobe Photoshop, PictureMan и др.), а также специализированные для стоматологии программы.

Таким образом можно оценить эстетический эффект от предполагаемого лечения и правильно его спланировать, в интерактивном режиме с пациентом вносить изменения, соответствующие его пожеланиям, повысить авторитет стоматолога и мотивацию пациентов к лечению (рис. 5-7).

Стоимость такой услуги для пациента в США, по данным Goldstein С.Е. et al. (1998), составляет до 250\$ (в среднем 45-95\$). Полученный результат может быть передан зубному технику и может стать для него важным подспорьем при изготовлении протезов. По мнению Р.Гольдштейна (2003), компьютерное моделирование может быть полезно на этапе создания прямых реставраций или примерки протезов, с тем чтобы прийти к согласованному мнению с пациентом, перед тем как производить коррекцию формы сошлифовыванием.

Помимо перечисленных достоинств, данный вид компьютерного моделирования имеет и недостатки, которые ограничивают его повсеместное внедрение. К ним следует отнести, прежде всего, дополнительные затраты времени как на саму процедуру моделирования, так и на обучение персонала владением программой графического редактирования.

Для этой системы нецелесообразно создание и использование банка данных зубов, так как требуется последующий длительный подбор и модификация цвета зубов из банка данных под цвет зубов пациента, поскольку полученный образ чаще всего оказывается неестественным (рис. 8 а, б). В таких системах удобнее использовать фрагменты изображения зубного ряда этого же пациента.

Однако самым главным недостатком такого способа является то, что результат лечения никогда в полной мере не соответствует планируемому. Это происходит по двум причинам. Первая связана с двухмерностью получаемых изображений. То, что может быть удачно смоделировано на плоском изображении,



Рис. 9. 3D-модель лица

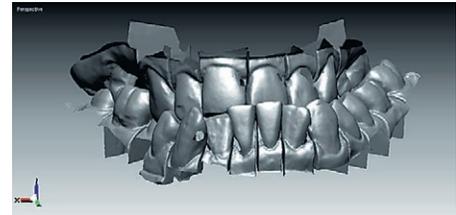


Рис. 10. 3D-модель зубных рядов



Рис. 11. Совмещение 3D-модели лица с 3D-моделью зубных рядов путем последовательных сопоставлений через реперные точки

не всегда может быть реализовано в трехмерном пространстве (например, из-за нехватки места). Поэтому возможности практического использования системы двухмерного планирования ограничены реставрациями в пределах одного зуба, когда вероятность такой ошибки минимальна. Вторая причина уже обсуждалась выше и связана с тем, что техник создает лишь копию смоделированного объекта и поэтому точность этой копии будет всегда зависеть от его способностей и настроения, то есть от человеческого фактора. Создание точной копии объективно затруднено, поскольку результат моделирования представлен лишь одной проекцией.

О возможном несоответствии пациент должен быть обязательно предупрежден с тем, чтобы исключить ненужные разочарования.

### **Разработанная нами система 3D-визуализации лица и зубных рядов (3D-Vis) и компьютерного редактирования**

В эстетической стоматологии 3D-редактирование ранее не использовалось. Причиной этому являлось отсутствие соответствующей технической поддержки.

Нами впервые создана система трехмерной визуализации лица и зубных

рядов на основе использования оптических сканеров. Разработан способ построения трехмерного изображения лица и зубных рядов, сопоставленных в корректном относительно друг друга положении (патент РФ на изобретение №2306113).

Система 3D-визуализации лица и зубных рядов представляет собой аппаратно-программный 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. 9) и зубных рядов (рис.10) они совмещаются путем последовательных сопоставлений через реперные точки (рис. 11).

Предлагаемый способ позволяет:

- воспроизвести трехмерное изображение лица пациента и его зубных рядов, сопоставленных в корректном относительно друг друга положении;
- обсудить с пациентом эстетические проблемы, существующие на момент обращения;
- провести виртуальное моделирование зубов пациента, согласовав предполагаемую их форму;
- обосновать план лечения и целесообразность привлечения смежных специалистов;
- при общении с зубным техником на расстоянии показать ему лицо и зубы па-



Рис. 12



Рис. 13

Рис. 12, 13. Пациентка обратилась с просьбой исправить эстетический дефект, связанный с неправильным положением резцов верхней челюсти, изменить их цвет и форму

циента в трехмерном виде, что важно при моделировании будущей конструкции.

Планирование трехмерного образа зубного ряда, интегрированного в трехмерную модель лица, имеет то положительное свойство, что пациенту таким образом привычнее оценивать свой зубной ряд. Нам, стоматологам, привычно и естественно оценивать зубные ряды, полностью открытые с помощью губного ретрактора. А пациенты не подготовлены к таким условиям восприятия. Изолированное изображение зубного ряда имеет для них устрашающий вид.

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.

Компьютерное 3D-редактирование эффективно реализовано и в стоматологических CAD\CAM-системах изготовления зубных протезов. Это подтверждается успехами их развития и внедрения в стоматологическую практику. Такие

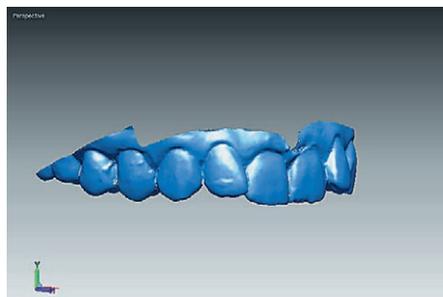


Рис. 14. Оцифровка поверхности гипсовой модели

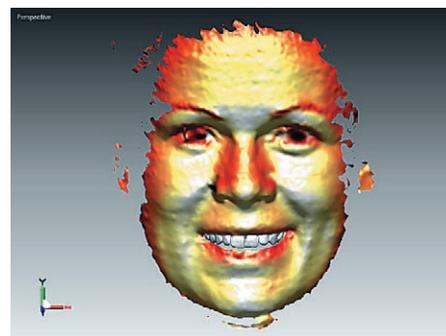


Рис. 15. Трехмерная модель улыбающегося лица пациентки

системы, как Cerec (Sirona. Германия), HintEls (HintEls. Германия), Organical (R+K CAD\CAM Technologie, Германия), позволяют изготавливать не только каркасы несъемных протезов, но и протезы в их законченном с точки зрения формы виде. Таким образом, принцип «что смоделировано, то и исполнено»,

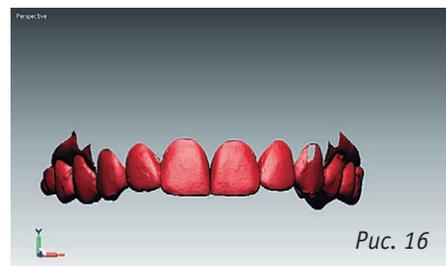


Рис. 16

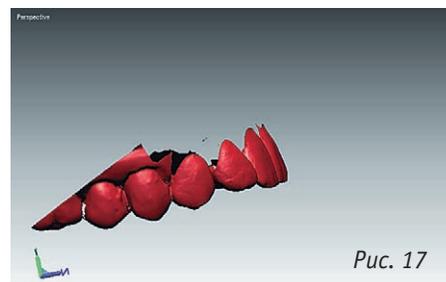


Рис. 17

Рис. 16, 17. Виртуальная коррекция положения и формы резцов

стал реальностью. Тем не менее уровень реализации данного принципа пока еще недостаточен для эстетической стоматологии. Дело в том, что известные CAD\CAM-системы работают с объектами, ограниченными размерами зубного ряда и отпечатком антагонистов. Этого явно недостаточно для формирования представлений о том, как будет выглядеть конечный результат в полости рта. Проблема в том, что до настоящего времени не существовало компьютерных систем трехмерной визуализации лица и зубных рядов.

После виртуального моделирования предполагаемого результата протезирования зубному технику передается результат на электронном носителе, на котором наглядно видно, где необходимо шлифовать гипс, а где добавить воск. Полученный результат зубной техник

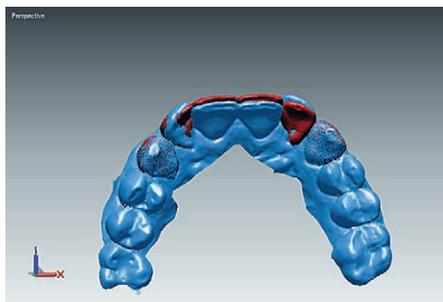


Рис. 18. Совмещенная модель: исходная - синего цвета, смоделированные резцы - красного цвета

воспроизводит с помощью воскового моделирования, с которого получают силиконовый шаблон. Его в последующем используют для изготовления временных конструкций прямым способом через силиконовый шаблон. Таким образом еще раз контролируется соответствие предполагаемой формы пожеланиям пациента.

Следующий клинический случай демонстрирует эффективность разработанной методики.

Пациентка обратилась с просьбой исправить эстетический дефект, связанный с неправильным положением резцов верхней челюсти, а также для изменения цвета и формы центральных резцов (рис. 12, 13).

Получен оттиск зубного ряда верхней челюсти, из гипса отлита модель, поверхность которой была оцифрована с помощью высокоточного сканера (рис. 14).

С помощью лицевого сканера получена трехмерная модель улыбающегося лица пациентки, которая была совмещена описанным выше способом с зубным рядом верхней челюсти (рис. 15).

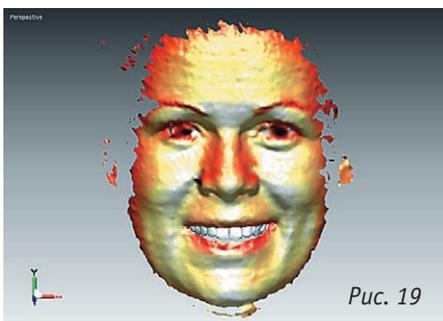


Рис. 19



Рис. 20

Рис. 19, 20. Новую форму зубов согласовывают с пациенткой

С помощью виртуального моделирования проведена виртуальная коррекция положения и формы резцов (рис. 16, 17).

На совмещенных моделях (рис.18) (исходная модель - синий цвет, смоделированные резцы - красный цвет) хорошо видно, в каких местах требуется дополнительное шлифование, а в каких, напротив, дефицит тканей должен быть восполнен искусственной протезной конструкцией.

Новая форма зубов согласуется с пациенткой (рис. 19, 20).

Согласованная форма зубов передается зубному технику в виде двухмерных картинок (рис. 16-18) или в виде трехмерной цифровой модели при наличии у того программы 3D-визуализатора.

В точном соответствии с полученной формой техник выполнил восковое моделирование (рис. 21), с которого получили силиконовый шаблон.



Рис. 21. В соответствии с полученной формой выполняют восковое моделирование



Рис. 22. Начало препарирования. Под инфильтрационной анестезией удалили избыток тканей, которые мешали наложению силиконового шаблона



Рис. 23. Временная конструкция изготовлена прямым методом с помощью силиконового шаблона



Рис. 24. Постоянные конструкции зафиксированы на цемент без корректировки

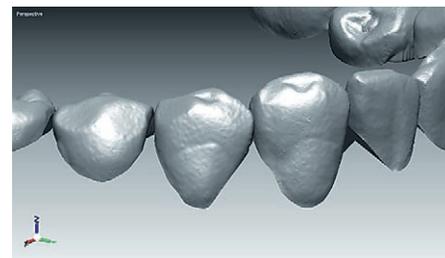


Рис. 25. 3D-модель отсканированного зубного ряда



Рис. 26. Зуб 43 отпрепарирован на модели под коронку



Рис. 27. После сканирования гипсовой модели виртуальная модель культи 43 зуба и его поверхность до препарирования совмещены в пространстве. Таким образом получены внутренняя и наружная поверхности будущей искусственной коронки. Полученная модель отфрезерована из блока пластмассы на фрезерном станке CAD/CAM системы R+K Organical (Германия)



Рис. 28. Временная коронка на гипсовой модели

Провели препарирование резцов под виниры, по окончании которого были получены силиконовые оттиски зубных рядов для изготовления фарфоровых виниров и прямым способом изготовлены временные конструкции (рис. 22, 23).

На следующем клиническом этапе без коррекции формы были зафиксированы на цемент постоянные конструкции (рис. 24).

В представленном виде система 3D-визуализации практически полезна и может иметь самостоятельное значение, сохраняя, однако, все тот же недостаток, связанный с человеческим фактором, который касается точности воспроизводства запланированного результата в готовом изделии. Хотя и малая, но все же сохраняется вероятность ошибки при ручном копировании спроектированной формы. Этот недостаток устраняется путем взаимной интеграции CAD-системы проектирования улыбки и CAD\CAM-системы изготовления протезов.

В современных системах Cerec (Sirona, Германия), HintEls (HintEls, Германия), Organical (R+K CAD\CAM Technologie, Германия) возможно изготовление протезов завершённой формы, но только фрезерованием из цельного куска материала или лазерным спеканием порошка материала. Это предполагает либо необходимость поверхностного окрашивания изготовленного фрезерованием цельнокерамического протеза, что не гарантирует идеальный результат, либо необходимость ручного нанесения облицовочного материала на каркас протеза. Однако можно быть абсолютно уверенным, что в недалеком будущем будут разработаны технологии нанесения облицовочного материала по принципу работы струйного принтера, когда можно будет контролировать точную локализацию нанесения капли, дозировку красителя.

Такая возможность близка, во всяком случае в этом уверяет директор программы развития CAD\CAM-системы LAVA(3M-ESPE), обещая, что уже в 2008 году компания 3M представит на рынок такую технологию. Глава компании HintEls считает, что подобные технологии смогут появиться лишь через 5 лет. Когда бы это ни случилось, это станет революционным событием в истории развития CAD\CAM-технологий.

Таким путем может быть устранен еще один недостаток современных систем – невозможность гарантировать достижение согласованного цвета. В этой связи представляется особо важным и развитие технических средств объективного определения цвета зубов.

Тем не менее уже сегодня возможно воспроизвести точную копию результата 3D-моделирования в виде временной пластмассовой конструкции.

В настоящее время эта идея может быть реализована только с помощью «открытых» CAD\CAM-систем, например Organical (R+K CAD\CAM Technologie, Германия) или HintEls (HintEls, Германия), когда после 3D-визуализации лица и зубных рядов проводится 3D-редактирование зубных рядов и моделируется будущая протезная конструкция. Затем она изготавливается методом компьютерного фрезерования из блока пластмассы (рис. 25-28). После препарирования зубов временная конструкция после перебазируются фиксируется на временный цемент. На этом этапе возможны дополнительные корректировки, причем в зависимости от предполагаемого их объема это можно сделать либо прямым способом, либо вернуться к дополнительному 3D-моделированию и после проведения необходимых коррекций повторно отфрезеровать протез.

И до тех пор, пока остается невозможным изготовить постоянный протез

с облицовкой из керамики в его завершенном виде с помощью CAD\CAM-технологий, остается лишь копировать вручную достигнутую форму и с нетерпением ждать новых технологических решений.

## Литература

1. Гольдштейн Р. Эстетическая стоматология. Том 1. Теоретические основы. Принципы общения. Методы лечения.– 2003.–493 с.

2. Переверзев В.А. Медицинская эстетика.– Волгоград: Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1987.– 240 с.

3. Ряховский А.Н., Карапетян А.А., Трифонов Б.В. Сравнение четырёх CAD\CAM-систем (Cerec inLab, Everest, DCS и Hint-Els) для изготовления зубных протезов// Панорама ортопедической стоматологии.-2006.– №3.-С.8-19.

4. Ряховский А.Н., Юмашев А.В., Левицкий В.В. Способ построения трехмерного изображения лица и зубных рядов, сопоставленных в корректном друг относительно друга положении. Патент РФ № 2306113. А61С 9\00. Бюл.№26, 2007

5. Туати Б., Миара П., Нэтенсон Д. Эстетическая стоматология и керамические реставрации. Пер. с англ.– М.: Издательский дом «Высшее образование и наука», 2004.– 448 с.

6. Goldshtein С.Е., Goldshtein R.Е., Garber D.А. Imaging in esthetic dentistry\Quintessence,1998.

## Planning of the aesthetic outcome of dental treatment

*Ryahovskiy A.N., MD, Prof., Head of Dept. of Modern Prosthesis Technologies, Central Research Institute of Dentistry and Maxillo-Facial Surgery, Ministry of Health of the RF, Moscow*

Traditional approaches to planning of aesthetic outcomes of the treatment are presented in the article such as creation of natural specimens and computer imaging. Capabilities of virtual two-dimensional imaging of teeth are described in detail. The authors present their system of 3D-visualization of face and dentitions based on using optical scanners (The RF Patent of Invention № 2306113). The reported clinical cases show the efficiency of the technique developed.