

# Виртуальная постановка искусственных зубов полных съемных протезов



**РЯХОВСКИЙ А.Н.**,  
д.м.н., профессор, зав.  
отделом современных  
технологий протезирования  
ЦНИИС и ЧЛХ МЗ РФ  
г. Москва



**ПОЛЯКОВА М.В.**,  
аспирант ЦНИИС и ЧЛХ МЗ  
РФ, врач-стоматолог  
г. Москва

**РЕЗЮМЕ.** *Активное развитие и внедрение CAD/CAM-технологий в стоматологическую практику побудило авторов статьи к разработке алгоритма виртуального проектирования искусственных зубных рядов полных съемных протезов с использованием системы трехмерной визуализации лица и зубных рядов. Было проведено сканирование лица пациента, оттисков на индивидуальных ложках с прикусными валиками, после чего виртуальные объекты были сопоставлены в корректном положении в единой сцене. Виртуальные искусственные зубы были выбраны из электронного банка данных искусственных зубов. Для получения реального образца протеза авторы использовали метод быстрого прототипирования.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** *CAD/CAM, виртуальная постановка искусственных зубов, полные съемные протезы, сканирование лица.*

Изготовление полных съемных протезов по праву считается сложным и трудозатратным технологическим процессом в ортопедической стоматологии. Несмотря на прогресс в лечении и профилактике стоматологических заболеваний, количество пациентов с полной потерей зубов не уменьшается. В 50–59 лет процент полной потери зубов составляет 3,4–5,5%. Однако уже в возрасте 40–49 лет полная вторичная адентия наблюдается в 1% случаев [4]. Это люди среднего возраста, ведущие активный образ жизни, для которых эстетика улыбки имеет большое значение. Пациенты хотят иметь не только функциональные, но и эстетичные протезы. Искусственность протеза вызывает психологический дискомфорт у пациента. Н.С. Гильманова (2007), изучив психологический статус пациентов среднего возраста с полной потерей зубов, отмечает, что у 17% преобладают склонность к интроверсии, осторожности, стремление к строгому контролю над собой. Поэтому возрастают эстетические требования к изготавливаемым протезам [1].

Решить эту задачу порой достаточно сложно. Каждый врач сталкивался с ситуацией, когда приходилось неоднократно проводить примерку конструкции протеза из-за неудовлетворительной эстетики. На гипсовой модели постановка искусственных зубов может выглядеть идеально, но не всегда гармонично в сочетании с лицевыми признаками. Это происходит потому, что зубной техник не видит лица пациента, а существующие

методические рекомендации по подбору формы зубов и индивидуальной эстетической постановке не позволяют добиться оптимального эстетического результата в ста процентах случаев. Положение отдельных зубов и форма зубных рядов, наклон протетической плоскости, уровень ее расположения, степень резцового перекрытия в сагиттальной и вертикальной плоскости можно оценить только путем сопоставления с лицевыми признаками. Использование фотографии с этой целью невозможно, так как такое изображение двумерно, а зубные ряды трехмерны. Из современных способов планирования эстетического результата и передачи эстетической информации наилучшим является компьютерное моделирование (Р. Гольдштейн, 2003). Компьютерное проектирование также является компонентом CAD/CAM-систем, занявших прочную позицию в современной ортопедической стоматологии. По сравнению с традиционными технологиями изготовления каркасов несъемных протезов, CAD/CAM-технологии отличаются высокой точностью и производительностью, компактностью оборудования, возможностью использования материалов, недоступных традиционным технологиям. Анализ научных публикаций в отечественной и зарубежной литературе выявил единичные попытки применения современных компьютерных технологий в области изготовления полных съемных протезов. Р. Lu и др. одними из первых спроектировали кривые для постановки зубов [12, 13]. Авторы создали



Рис. 1. Виртуальная модель лица

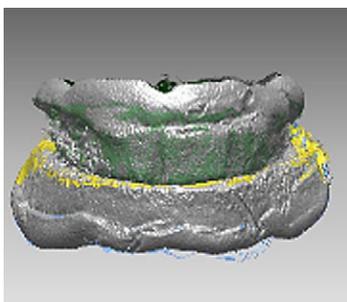


Рис. 2. Виртуальная модель прикусных валиков

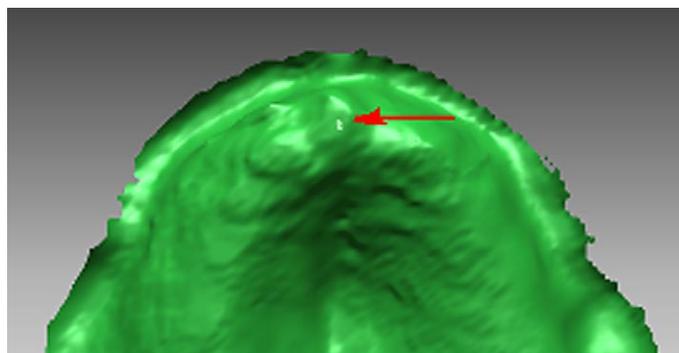


Рис. 3. Центр резцового сосочка

систему координат для постановки каждого искусственного зуба, разработали программное обеспечение для управления роботизированной системой. Однако по данной методике было невозможно изготовить базис протеза, не был разработан алгоритм технологии. Y. Maeda и др. (1994) предложили способ изготовления протеза из фотополимеризующейся пластмассы. После сканирования двустороннего оттиска верхней и нижней челюсти трехмерным лазерным сканером, проектировали цифровую модель протеза. По полученным цифровым данным изготавливали на литографической машине специальные прозрачные оболочки для базиса протеза и зубных рядов, в них помещали пластмассу цвета десны и зубов, соответственно, и фотополимеризовали. Однако в исследовании не указана методика автоматизированного проектирования, а способ пока не нашел широкого практического применения [10].

X. Cheng (2000), Y. Sun (2009) использовали для моделирования полного съемного протеза программу трехмерного графического редактора [7, 14]. Клинические этапы получения функциональных оттисков, гипсовых моделей, определения центрального соотношения соответствовали традиционным. Гипсовые модели и прикусные валики сканировали трехмерным лазерным сканером. Были подробно описаны этапы проектирования искусственных зубных рядов и создание виртуального базиса протеза. Для изготовления протеза моделировали виртуальную пресс-форму, которую перевели в физическую с помощью быстрого прототипирования. Затем протез изготавливали с использованием традиционных материалов.

M. Busch и V. Kordass (2006) на виртуальных моделях беззубых челюстей определяли расположение окклюзионной плоскости, центры альвеолярных отростков на верхней и нижней челюстях, отмечали линию зубной дуги. Искусственные зубы выбирали из электронного банка данных искусственных зубов. На этом этап компьютерного проектирования заканчивался. Для постановки боковых искусственных зубов использовали специальное устройство. Однако метод создания базы данных искусственных зубов, постановки зубов, проектирования базиса протеза в данной публикации не нашел отражения [6].

Недостатком всех вышеперечисленных способов компьютерного проектирования полных съемных протезов является отсутствие этапа проверки конструкции протеза относительно лицевых признаков. Последнее обстоятельство может привести к необходимости повторного

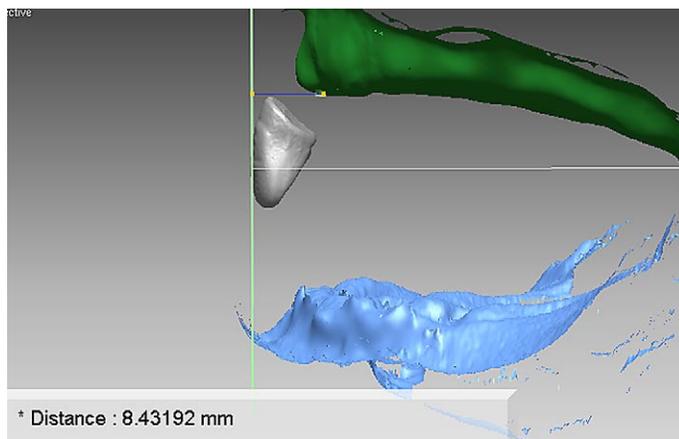


Рис. 4. Измерение расстояния от резцового сосочка

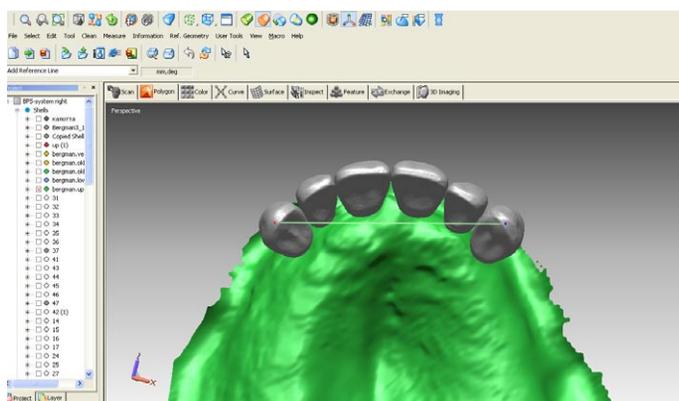


Рис. 5. Проверка постановки клыков верхней челюсти

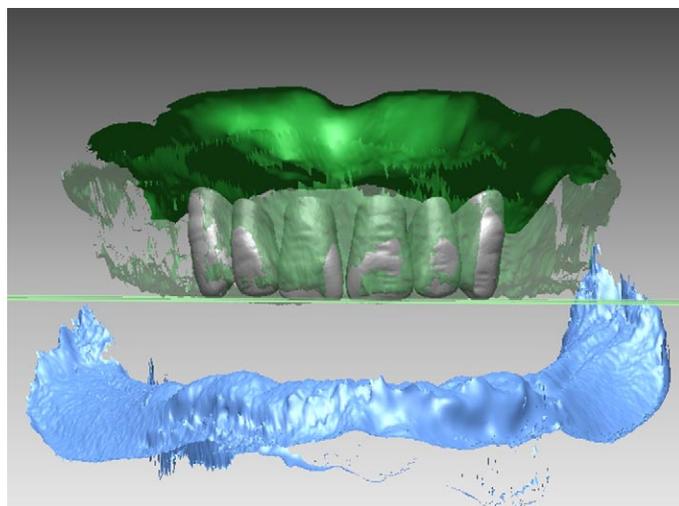


Рис. 6. Постановка фронтальных зубов

изготовления протеза. В этой связи мы поставили перед собой задачу разработки алгоритма компьютерного проектирования полного съемного протеза с применением системы трехмерной визуализации лица и зубных рядов на основе оптических сканеров (А.Н. Ряховский, В.В. Левицкий, 2008). Данная система позволяет воспроизвести трехмерное изображение лица пациента и его зубных рядов, сопоставленных в корректном положении. Для проектирования искусственных зубных рядов полных съемных протезов эта система ранее никем не применялась.

### Алгоритм компьютерного проектирования

Разработанный нами способ компьютерного проектирования полного съемного протеза позволяет провести моделирование искусственных зубных рядов по любой из существующих методик и проверить эстетический результат постановки искусственных зубов относительно лица пациента.

Способ осуществляли следующим образом. Из быстротвердеющей пластмассы Ivolep (Ivoclar, Германия) изготавливали индивидуальные ложки с прикусными восковыми валиками. Определяли центральное соотношение, получали функциональные оттиски под жевательным давлением.

Было проведено сканирование улыбающегося лица пациента с прикусными валиками в полости рта с помощью лицевого сканера FaceScan III (Breuckman, Германия) (рис. 1). Данный сканер работает по принципу монофотограмметрии со структурированной подсветкой [5]. Сканирование проводили при естественном освещении средней интенсивности (без попадания солнечных лучей). В момент съемки на объект проецировались параллельные линии. Процесс сканирования занимал 2–3 сек. Сканируемый объект (лицо пациента) находился на расстоянии 0,7–1,0 м от сканера. Пациент во время сканирования оставался неподвижным.

Прикусные валики, скрепленные между собой воском в центральном соотношении, сканировали с помощью бесконтактного трехмерного лазерного сканера Roland LPX-250 (рис. 2). Затем валики разъединяли и сканировали отдельно окклюзионную поверхность каждого. Данный сканер является универсальным, поскольку позволяет сканировать объекты различных размеров и форм. Его работа основана на методе сканирования точкой. На объект сканирования проецировался луч лазера в виде точки, сам объект находился на поворотном столике. Поверхность сканируемого объекта покрывали спреем синего или зеленого цвета, так как поверхность не должна быть глянцевой или прозрачной. Цифровая информация, полученная при сканировании, экспортировалась в форматах .stl и .wrl в программу-редактор RapidForm 2006 Basis (INUS Technology, Южная Корея), где проводилось сопоставление всех виртуальных объектов (лицо, прикусные валики, оттиски) в корректном относительно друг друга положении.

Следующим этапом было виртуальное моделирование искусственных зубных рядов. В данном клиническом примере использовали постановку по сферической калот-



Рис. 7. Проверка постановки фронтальных зубов, фас



Рис. 8. Постановка фронтальных зубов, профиль

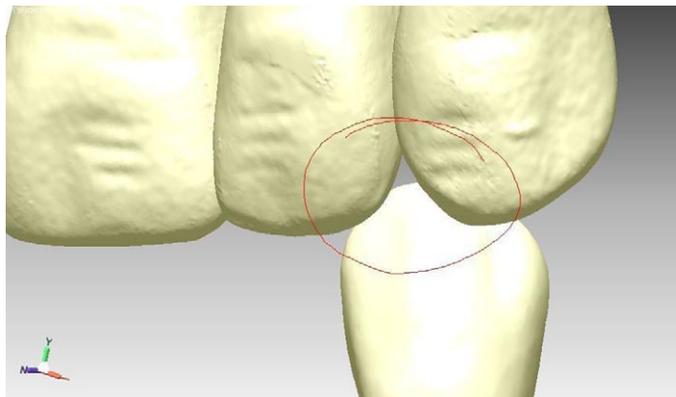


Рис. 9. Формирование треугольного пространства

те по методу К. Фидлера [9]. Виртуальные искусственные зубы выбирали из электронной базы данных, созданной путем сканирования гарнитур различных форм и размеров. Виртуальную калотку также получали путем сканирования реальной двухмерной калотки артикулятора Stratos 200 (Ivoclar, Германия).

Программа трехмерного графического редактора позволяет соблюдать правила постановки, используемые при конструировании искусственных зубных рядов на физических моделях. Постановку зубов на виртуальных моделях протезного ложа начинали с определения центра резцового сосочка (рис. 3) [6, 13]. При расположении центральных резцов верхней челюсти ориентировались на вестибулярную поверхность прикусного валика и срединную линию. Правильность постановки контролировали с помощью функции определения расстояния от точки на модели (середина резцового сосочка) до плоскости, проведенной по касательной к вестибулярной поверхности резцов (рис. 4). Расстояние должно быть от 6 до 9 мм.

Устанавливали клыки верхней челюсти. С позиции видимости стороны режущего края линия, соединяющая вершины бугров клыков, должна проходить через середину резцового сосочка (рис. 5).

При расположении режущего края резцов и клыков ориентировались на окклюзионную поверхность верхнего прикусного валика. Центральные резцы и клыки режущими краями и вершинами бугров касались окклюзионной поверхности, боковые резцы отстояли от нее на 0,5 мм (рис. 6). Затем проверяли постановку фронтальных зубов относительно лицевых признаков с помощью трехмерной модели лица (рис. 7, 8).

Устанавливали клыки нижней челюсти, обращая внимание при этом на формирование треугольного пространства между зубами (рис. 9).

Устанавливали первые премоляры нижней челюсти таким образом, чтобы образовалась выемка правильной дельтовидной формы над проксимальным контактом (рис. 10). Оси клыков и премоляров при этом должны быть практически параллельны.

Расположение центральных фиссур нижних боковых зубов по центру альвеолярного гребня является одним из главных условий обеспечения стабилизации протеза. Для контроля расположения зубов по центру гребня ориентировались на межальвеолярные линии. С этой целью, используя команды графического редактора, отмечали центры альвеолярных гребней верхней и нижней челюстей и соединяли выбранные точки векторами (рис. 11, 12) [2].

Ориентиром для позиционирования калотты является расположение первых премоляров. В реальном артикуляторе калотта ставится так, чтобы вершины щечных бугров первых премоляров касались ее, а нижняя кромка дистальной части находилась напротив верхней трети ретромолярного треугольника (рис. 13, 14). Этим правилам придерживались при работе с виртуальными моделями. Вторые премоляры и моляры нижней челюсти устанавливали, ориентируясь на калотту и межальвеолярные линии.

Вершины щечных и язычных бугров вторых премоляров, щечные бугры и медиально-язычный бугор первых моляров касались калотты. При этом следили за тем, чтобы межальвеолярные линии оставались по середине центральной фиссуры на жевательной поверхности боковых зубов (рис. 15, 16).

Устанавливали первые верхнечелюстные моляры, затем премоляры и, наконец, фронтальные зубы нижней челюсти. Постановку зубов относительно лицевых признаков проверяли с помощью виртуальной модели лица (рис. 17).

Известно, что правило соответствия формы лица форме перевернутых центральных резцов, предложенное R. Williams (1913), не всегда позволяет добиться эстетической гармонии [11]. Благодаря электронному банку данных форм искусственных зубов и наличию изображения лица пациента мы можем подставить и оценить сразу несколько вариантов формы фронтальных зубов.

После завершения проектирования зубных рядов должен следовать этап моделирования базиса протеза (рис. 18). С этой целью может быть использована электронная база данных слизистой оболочки альвеолярной десны, созданная путем сканирования различных гипсовых моделей челюстей с зубными рядами. Полученная виртуальная модель может быть переведена в реальный протез с помощью различных способов автоматизированного производства. На данном этапе разработки технологии изготовления мы получили прототип базиса протеза с помощью метода стереолитографии (Stereo Lithography Apparatus, SLA) [3].

На рис. 19, 20 представлен прототип базиса протеза с вставленными в него гарнитурными зубами.

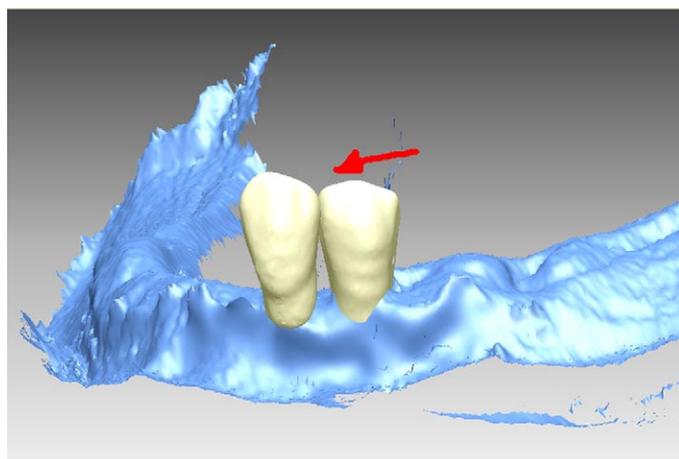


Рис. 10. Дельтавидная вырезка

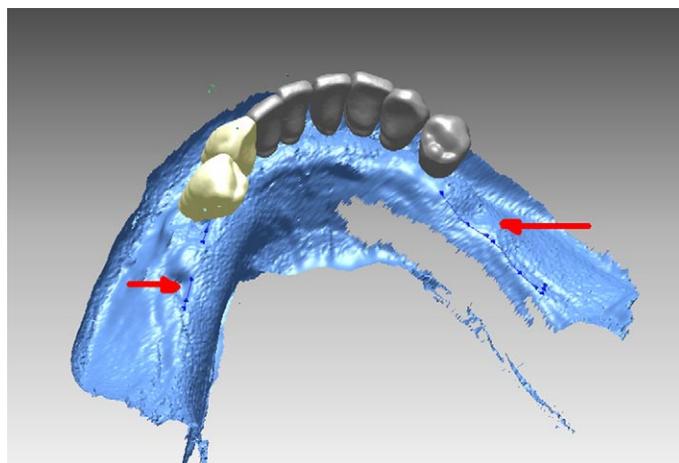


Рис. 11. Центр альвеолярного гребня

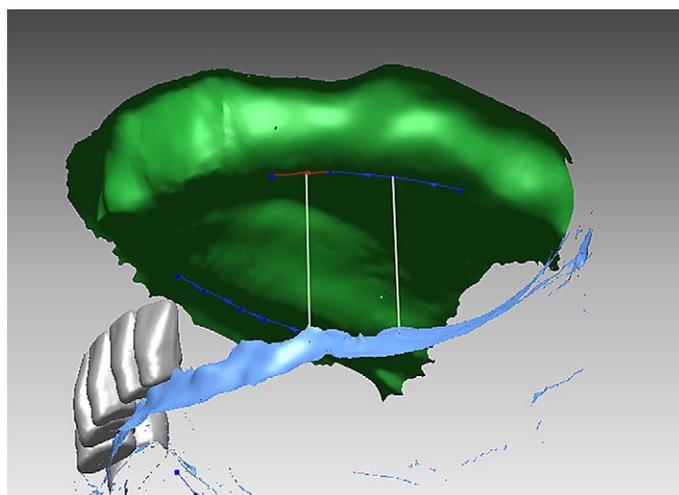


Рис. 12. Межальвеолярные линии

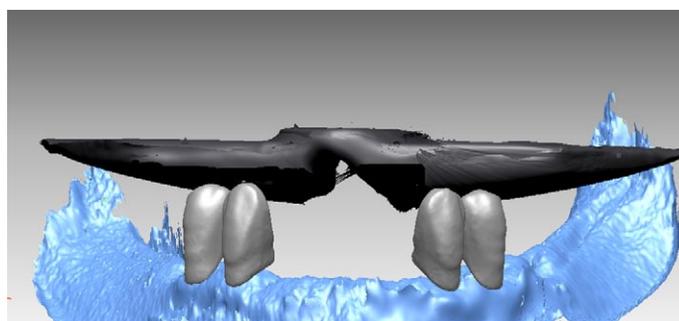


Рис. 13. Расположение калотты

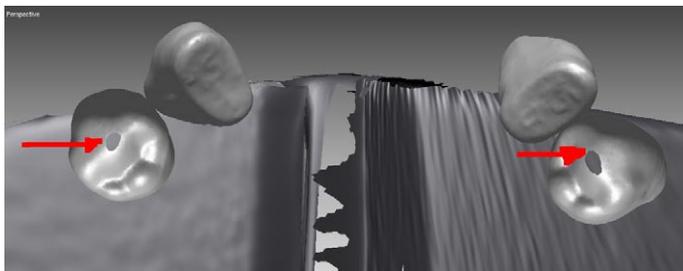


Рис. 14. В реальном артикуляторе калотта ставится так, чтобы вершины щечных бугров первых премоляров касались ее

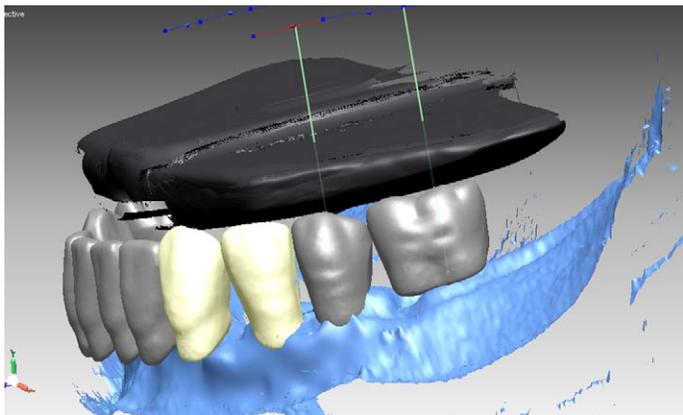


Рис. 15. Постановка премоляров, моляров нижней челюсти

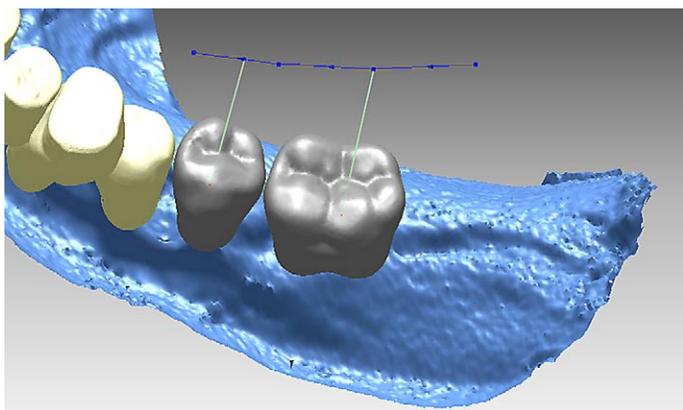


Рис. 16. Постановка премоляров и моляров нижней челюсти



Рис. 17. Проверка постановки зубов



Рис. 18. Смоделирован базис протеза



Рис. 19. Прототип базис протеза



Рис. 20. Прототип базис протеза с гарнитурными зубами

### Заключение

Для виртуального проектирования искусственных зубных рядов может быть использован любой метод постановки искусственных зубов. Возможность проведения точных измерений и расчетов на виртуальных моделях беззубых челюстей облегчает правильное позиционирование искусственных зубов. Наличие трехмерного изображения лица в единой сцене позволяет осуществить корректный подбор формы фронтальных зубов, а также оценить расположение боковых зубов и уровня окклюзионной плоскости относительно лицевых признаков. Анализ трехмерной виртуальной модели лица позволяет выбрать правильное положение передних искусственных зубов.

### Литература

1. Гильманова Н.С., Орестова Е.В., Воронов И.А. Адаптация к полным съемным зубным протезам лиц среднего возраста в зависимости от их психоэмоционального статуса // Российский стоматологический журнал. – 2007. – №3. – С. 26–29.
2. Калинина Н. В., Загорский В. А. Протезирование при полной потере зубов. – М.: Медицина, 1990. – 224 с.

3. Кулагин В.В. Стереолитография в медицинской промышленности. Новое в стоматологии. – 2002. – №3. – С. 37–38.

4. Мойсюк К.В., Лебедько А.В. Обследование пациентов с полной потерей зубов // Актуальные проблемы современной медицины, 2006. Материалы международной конференции студентов и молодых ученых, посвящая 85-летию Белорус. Гос. Мед. Универс., в 2 ч. Ч. 2. – Мн., 2006. – С. 315–316.

5. Ряховский А.Н. Цифровая стоматология. – М.: ООО «Авантис», 2010. – 282 с.

6. Busch M. Kordass. B. Concept and development of a computerized positioning of prosthetic teeth for complete dentures // Int. J. Comput. Dent. – 2006. – Vol. 9, №2. – P. 113–120.

7. Cheng X., Hua X., Hua Z. The study of a computer aided artificial teeth arrangement of complete denture // Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2000. – Vol. 35, №2. – P. 147–149.

8. Fu P.S., Hung C.C., Hong J.M., Wang J.C., Tsai C.F, Wu Y.M. Three-dimensional relationship of the maxillary anterior teeth to the incisive papilla in young adults // Kaohsiung J. Med. Sci. – 2007. – Vol. 23, №10. – P. 519–525.

9. Kurt Fiedler. Полные BPS-протезы с системой для достижения поставленной цели. – М.: «Медицинская пресса», 2006. – 200 с.

10. Maeda Y., Minoura M., Tsutsumi S., Okada M., Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures // Int. J. Prosthodont. – 1994. – Vol. 7, № 1. – P. 17–21.

### Virtual set up in complete removable prostheses planning

**Summary.** The active development and introduction of CAD/CAM technologies in dental practice initiated the authors (of the article) to develop the algorithm of virtual set up of complete removable prostheses using 3D-visualization system of face and dentitions. Patient's faces and individual tablespoon with occlusal rollers were scanning. Three-dimensional models have been received on. Then both models were put in correspondence with each other by software RapidForm 2006 Basis. Virtual artificial teeth were selected from computerized databank.

The authors used rapid prototyping technique to make a real model of prosthesis.

**Keywords:** CAD/CAM, virtual set up, complete removable dentures, 3D scanning.

11. Mavroskoufis F., Ritchie G. M. The face-form as a guide for the selection of maxillary central incisors // J. Prosth. Dent. – 1980. – Vol. 43, N5. – P. 501–504.

12. Lü P., Wang Y., Li G., Zhang Z., Zhao Y. Development of a system for robot aided teeth alignment of complete denture // Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2001. – Vol. 36, №2. – P. 139–142.

13. Lü P., Wang Y., Li G., Zhang Z., Zhao Z., Zhang Y. A system of Complete Denture teeth composing with Robot Aid // J. Dent. Res. – 2006. – Vol. 9, № 2. – P. 34–39.

14. Sun Y., Lü P., Wang Y. Study on CAD&RP for removable complete denture // Comput. Methods. Programs. Biomed. – 2009. – Vol. 93, №3. – P. 266–272.

## Средства для дезинфекции аспирационных систем и плевательниц

Аспирационные системы находятся в постоянном контакте с инфицированными аэрозолями и жидкостями (слюной, кровью), а также с нерастворимыми стоматологическими материалами. Для того чтобы защитить пациентов и персонал от инфицирования, а также обеспечить оптимальную эксплуатацию аспирационных систем в течение длительного срока, необходимо проводить эффективные гигиенические мероприятия, не дающие перекрестной инфекции никакого шанса. Orotol® Plus, жидкий концентрат, является одним из наиболее продаваемых во всем мире препаратов для дезинфекции и очистки аспирационных систем: > широкий спектр активности при 2% применении > экономически выгодный: из 1 бутылки (2,5 л) получается 125 литров готового препарата > занесен в реестр DGHM.

Orotol® Yellow Power уже в течение 40 лет стоит на страже Вашей безопасности, обеспечивая идеальную свежесть и надежную защиту от инфекции.

ПРОГРЕСС  
НАЧИНАЕТСЯ  
С ИДЕЙ

Медицинская фирма «Витал ЕВВ»  
является официальным дилером  
фирмы Dürr Dental, Германия



Официальное представительство в России:  
Медицинская фирма «Витал ЕВВ», 620144,  
г. Екатеринбург, ул. Сурикова, 37  
Факс (343) 257-75-67, 251-48-97  
Телефон (343) 257-70-74, 257-14-59  
E-mail: manager@vitalevv.ru, sales@vitalevv.ru



**OROTOL® PLUS ПОРАЖАЕТ МИКРООРГАНИЗМЫ,  
НЕ ОСТАВЛЯЯ ИМ НИ МАЛЕЙШЕГО ШАНСА**