

ЭСТЕТИЧЕСКИЙ ЦИФРОВОЙ ДИЗАЙН В ПЛАНИРОВАНИИ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗУБОВ

Ермаркевич М. И., Манак Т. Н.

*Белорусский государственный медицинский университет,
кафедра общей стоматологии, г. Минск*

Ключевые слова: трёхмерная графика, эстетика лица, визуализация.

Резюме. В статье приведены этапы разработки алгоритма цифрового моделирования фронтальной группы зубов и результаты оценки его эффективности в сравнение с предложенными ранее методиками.

Resume. The article presents the stages of the development of digital modeling algorithm the front teeth and the results of the evaluation of its effectiveness in comparison with the previously proposed methods.

Актуальность. С возрастанием значимости эстетической реставрации, когда всё больше внимания уделяется формированию естественной улыбки, возрастает потребность в применении новейших технологий. Цифровое моделирование – методика, позволяющая качественно планировать конструкцию, учитывая все эстетические (форма, цвет) и математические параметры. Для того чтобы понять основные принципы цифрового конструирования, необходимо остановиться на некоторых понятиях, которые заложены в работу графических редакторов.

Трёхмерная (3D) графика – область информатики, изучающая приемы и методы построения объемных моделей объектов в виртуальном пространстве. Существует два основных вида трехмерной графики: *полигональная* и *воксельная*. В воксельной графике объект состоит из набора трехмерных фигур, чаще всего кубов. Данная технология широко представлена в программах для просмотра снимков компьютерной томографии. В полигональной компьютерной графике все объекты обычно представляются как набор двухмерных поверхностей, минимальную поверхность называют полигоном. Количество полигонов определяет детализацию объекта. В качестве полигона обычно выступают треугольники либо четырехугольники.

У всех эстетических реставраций есть одно общее: они должны быть максимально приближены к естественным аналогам. Чем лучше удаётся воспроизвести этот образец, тем сложнее отличить реставрацию от естественных зубов [1].

Цель: разработка нового алгоритма цифрового моделирования и обоснование эффективности его применения в качестве этапа планирования протезирования фронтальной группы зубов.

Задачи:

1. Определить актуальные техники компьютерного моделирования.
2. Разработать алгоритм цифрового моделирования и определить его эффективность.

3. Выявить полноту и удобство визуализации результата будущего протезирования.

4. Статистически обработать полученные данные.

Материалы и методы. Определены 2 актуальные техники компьютерного моделирования: первая техника (Digital Smile Design) включала в себя создание цифровой модели будущего протеза на фотографии путём изучения отклонений имеющихся параметров от эстетических параметров лица, полученные данные передавались в зуботехническую лабораторию, где техник создавал Wax-up по заданным величинам; вторая техника предусматривала 3D моделирование на отсканированных моделях.

Нами разработан и предложен алгоритм, предполагающий комбинацию описанных ранее техник.

Для разработки алгоритма было отобрано 5 пациентов с различными нарушениями во фронтальной группе зубов (скученность, диастема, тремы, сколы и т.д.). Получено 45 фотографий пациентов (по 9 фотографий каждого пациента) в необходимых ракурсах с помощью фотоаппарата Canon PowerShot A530, 3.2 MPix, а также по 5 рабочих и вспомогательных моделей каждого из пациентов.

По предложенной ранее методике для каждого из пациентов в программе Power point были разработаны 2D модели будущих протезов с учётом эстетических параметров, таких как срединная линия, линии бровей, зрачков, губ, режущих краёв и десневых контуров, линия улыбки, тип лицевого профиля, носогубный угол, ось зуба и др. [3].

Полученные данные использовались для создания 3D модели в программах Autodesk Maya и Autodesk Mudbox. После сканирования моделей на оптическом сканере «Shining 3D» их цифровые копии отгружались в программ «Autodesk Maya» и «Autodesk Mudbox». Прежде чем приступить к моделированию протезов, необходимо выполнить несколько подготовительных этапов:

1. Удлинить модели
2. Нанести конуры будущих реставраций.

Первый подготовительный этап выполняется в программе «Autodesk Mudbox», где при помощи инструментов для цифровой лепки создается дополнительная геометрия в местах контакта модели с будущим протезом (Рис. 1).

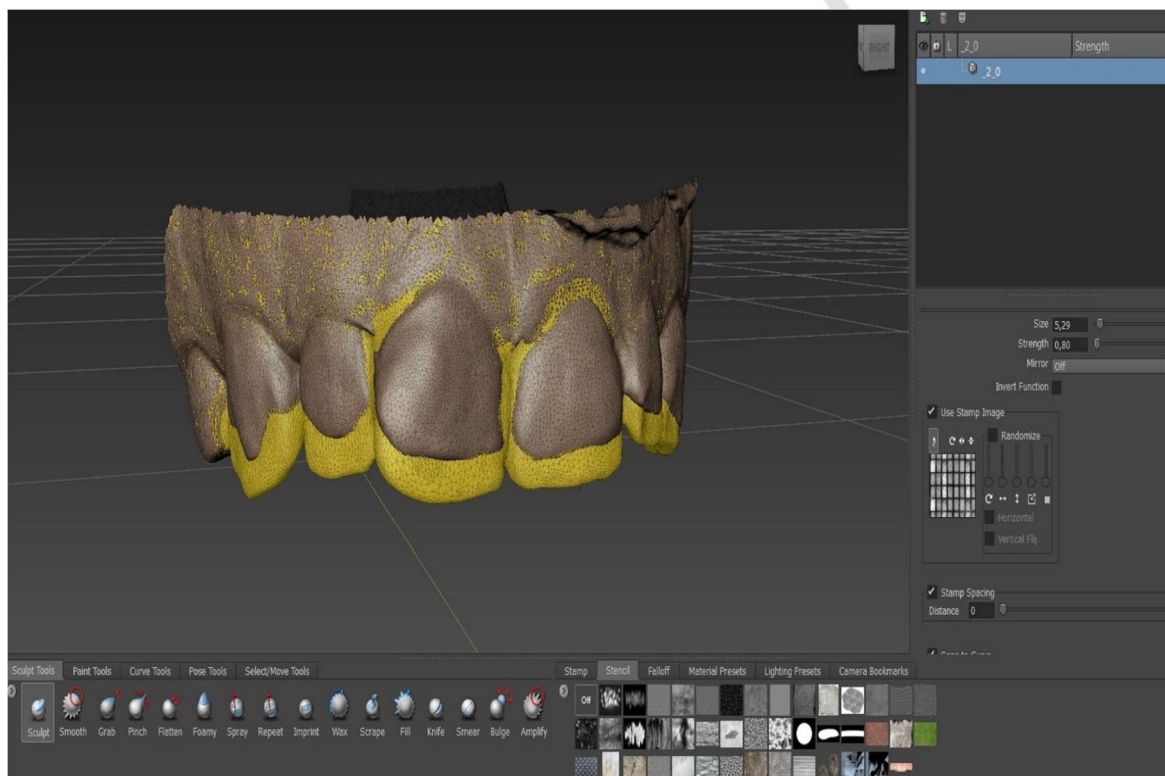


Рис. 1 – Удлинение рабочей модели

Далее модель переносится в программу «Autodesk Maya», где при помощи инструментов для текстурирования производится наложение цифровой фотографии с контурами будущих реставраций на модель (Рис. 2).

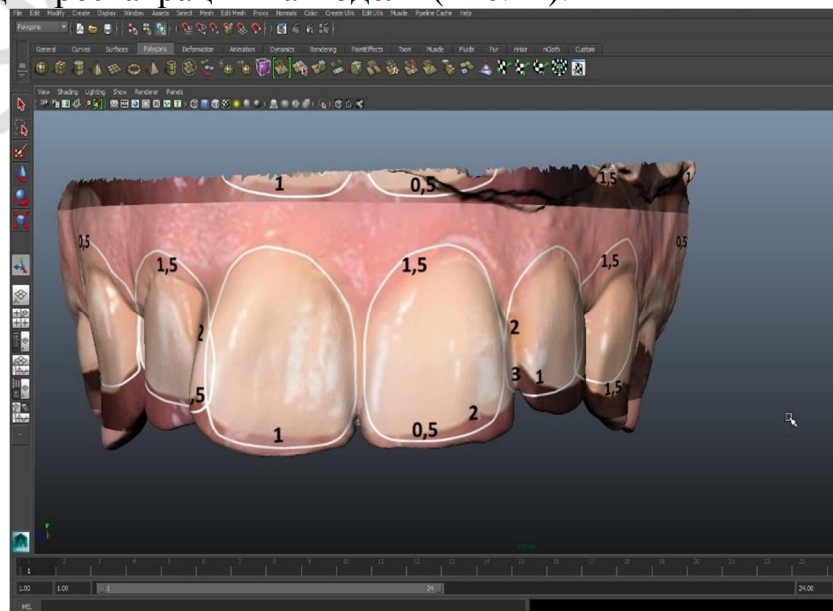


Рис. 2 – Текстурирование рабочей модели

После выполнения всех подготовительных этапов переходим непосредственно к моделированию будущего протеза. Поскольку основными критериями качества изготовленного протеза является не только эстетичность, но и высокая точность, нам необходимо максимально передать рельеф цифровой модели. С этой задачей

прекрасно справляется инструмент «Quad Draw». Данный инструмент предназначен для перестройки полигональной сетки объекта. Основной его особенностью является наличие функции привязки, что дает возможность максимально точно передавать форму и контуры интересующего нас объекта.

Для того чтобы создать какой-либо объект при помощи данного инструмента, достаточно расставить точки по контуру будущей фигуры, которые программа сама автоматически соединит. В нашей работе ориентирами послужили контуры будущих протезов (Рис. 3).

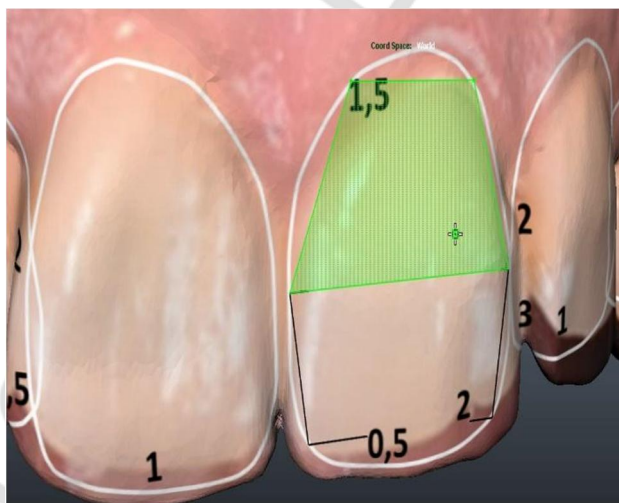


Рис. 3 – Нанесение контуров протеза на модель

На следующем этапе мы задаем протезам необходимую толщину, для этого используется инструмент «Extrude». При помощи этого инструмента создается объем методом выдавливания с точностью до сотых доле миллиметра.

Завершающим этапом работы стала детализация и индивидуализация будущих протезов. Под детализацией в цифровой графике понимают увеличения числа полигонов объекта. Для того что бы сделать модель более детализированной в программе «Autodesk Maya» необходимо активировать функцию «Add Polygons», которая автоматически увеличивает число полигонов в 2 раза от исходного уровня.

Так повторяя данную операцию несколько раз можно добиться необходимого уровня детализации, а используя инструменты для цифровой лепки можно легко воспроизвести микрорельеф идентичный естественной эмали. По завершению все этапов моделирования цифровые заготовки протезов припасовываются на модель (Рис. 4).

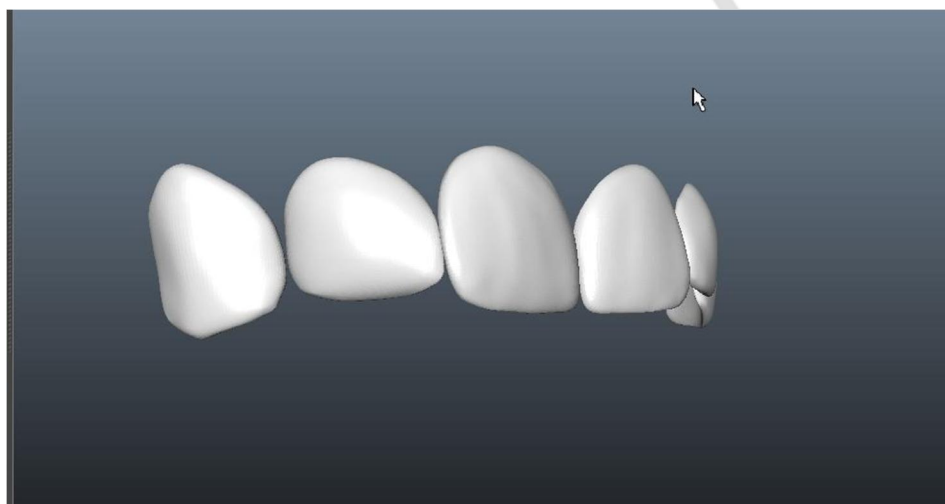


Рис. 4 – Окончательный вид протеза

Для определения эффективности разработанной методики в сравнение с уже существующими, нами было проведено моделирование будущих реставраций по каждой из 3 методик с учётом времени, затрачиваемом на создание модели и конечной погрешности.

Для выявления полноты и удобства визуализации результата будущего протезирования, проведено анкетирование среди отобранных пациентов. Анкета содержала 11 вопросов, позволяющих определить наиболее удобную для пациента модель визуализации. Первая форма визуализации представляла собой компьютерные модели, созданные на фотографии, вторая форма – представление пациенту трёхмерных моделей.

Результаты и их обсуждение. При сравнении трёх методик были получены следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1. Результаты определения эффективности различных методик моделирования эстетической реставрации

	I техника (DSD)	II техника (3D)	III техника (DSD+3D)
Время, затраченное на моделировку будущего протеза	63+/-5 минут	46+/-5 минут	27+/-5 минут
Конечная погрешность моделирования	2,1+/-0,1%	1,7+/-0,1%	1,4+/-0,1%

Анкетирование пациентов позволило установить, что более полной и удобной формой визуализации для пациента является модель, созданная на фотографии.

Выводы:

1. Цифровое моделирование – эффективный и актуальный этап планирования протезирования, однако именно компьютерное моделирование позволяет визуализировать результат и предоставить данные для дальнейшей работы.

2. Оптимальным является сочетание 2 техник, позволяющее создать качественную эстетическую реставрацию в кратчайшие сроки с минимальными погрешностями.

Литература

1. Гюрель, Г. Керамические виниры. Искусство и наука. – Азбука, 2007. – С. 61 – 88.
2. Krubmann A., Kleinsman R. Все говорят о природе, однако... // Новое в стоматологии. – 2015. – №2 – С. 32 – 34.
3. Манак, Т. Н., Потанейко М. И. Компьютерное моделирование фронтальной группы зубов в эстетической стоматологии // Стоматологический журнал. – 2014. – №3. – С. 209 – 213.