

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет»

Кафедра Ортопедической стоматологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

НА ТЕМУ:

**«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДИЗАЙНА ПРИ
ПЛАНИРОВАНИИ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ РЕСТАВРАЦИИ
ФРОНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ЗУБОВ».**

Выполнила студентка:

Тарасова Ангелина Юрьевна

5 курса 17. С04 группы

Научный руководитель:

к.м.н. Жданюк Игорь Владимирович

Г. Санкт-Петербург

2022 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СИМВОЛОВ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1. Обзор технологии CAD\CAM	6
1.2. ПО- Exocad	12
1.3. Краткий исторический обзор	18
1.4. Этапы цифрового моделирования	20
1.5. Фотопротокол	21
1.5.1 Внеротовая фотосъёмка	23
1.5.2. Внутриротовая фотосъёмка	25
1.6 Цифровые оттиски	27
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1 Анализ литературных источников	33
2.2 Анкетирование и сбор анамнеза	34
2.3 Методология основного исследования	38
2.4 Анализ формы и расчёт индекса LVI	43
2.5 Расчёт «золотой пропорции» зуба	45
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
ВЫВОДЫ	56
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	56
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	57

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СИМВОЛОВ

ПО- программное обеспечение

КМ- конфокальная микроскопия

ИИ-искусственный интеллект

PMMA – полиметилметакрилат

САПР – система автоматизированного проектирования

КЛКТ- Конусно-лучевая компьютерная томография

ТРГ- Телерентгенограмма

ВВЕДЕНИЕ

Ежедневно большое количество пациентов обращается к врачам-стоматологам с просьбой изменить свою улыбку и сделать её идеальной. Именно она создаёт первое впечатление о внешности человека.

Реставрация фронтальной группы зубов является ответственной и сложной задачей. Природа, функция и эстетика должны находиться в золотой середине [10]. В настоящее время стоматология располагает большим спектром новых технологий и возможностей. Широкий ассортимент материалов, различные эффективные методики лечения, возможны благодаря стремительному развитию науки [54].

АКТУАЛЬНОСТЬ И НОВИЗМА ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Роль значимости эстетики увеличивается, растёт запрос по формированию естественной улыбки (форма, микротекстура, цвет), соответственно, возрастает и потребность в применении новейших технологий, которые помогают добиться лучшей точности [4].

Цифровые технологии изменили подход к эстетической реабилитации пациентов. За счёт уменьшения клинических и лабораторных этапов работа врача стала значительно проще [30], а также коммуникации с пациентом и зуботехнической лабораторией. [24, 51, 56].

Специальные адаптированные программы располагают большим количеством инструментов для цифрового дизайна. Уменьшаются временные затраты, риски человеческого фактора, ещё на этапе планирования возможно виртуально создать прототип реставрации, оценить его функциональность и эстетику. Все это делает результат более прогнозируемым [4].

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЕШАЕМОЙ ПРОБЛЕМЫ

Постепенно аналоговые технологии вытесняются цифровыми. Пациенты ожидают, что лечащий их доктор будет использовать те же технологии, которые они видят и используют ежедневно, например, в своём смартфоне [37, 59].

Взаимодействие врача и зубного техника, должно быть простым и максимально информативным. Цифровой дизайн позволяет сократить временные затраты, визуализировать эстетический запрос пациента [34, 35]. Это явилось поводом для проведения настоящего исследования.

ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Повышение эффективности ортопедического лечения с применением принципов цифрового дизайна.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Изучить возможности ПО Eхосad и его применение в клинической практике;
2. Сравнить результаты, полученные с помощью цифрового и аналогового методов моделирования эстетической реставрации на основе психологического восприятия пациентов;
3. Провести анализ литературных источников на данную тему;
4. Проверить математический взгляд на эстетику зубов согласно правилу «золотой пропорции»;
5. Корректно передать параметры лица и зубов используя фотопротокол.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА

В ходе выполнения ВКР систематизированные теоретические данные и полученные результаты исследования, могут быть использованы в клинической практике врача стоматолога-ортопеда и зубного техника при планировании эстетических реставраций для прогнозируемых результатов лечения.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

Цель проведённого анализа литературы — это обобщение имеющихся данных о виртуальном цифровом моделировании при стоматологическом ортопедическом лечении.

1.1 Обзор технологии CAD\CAM

Цифровая методика давно применяется в стоматологической практике [4, 32]. Аббревиатура CAD/CAM с английского языка означает: Computer-Aided Design/Computer- Aided Manufacture – что в переводе: системы автоматизированного проектирования/системы автоматизированного изготовления [11]. Для русского языка соответственно – САПР.

Эксплуатация САПР технологии используются в любых отраслях, где необходимо создавать объекты с помощью моделирования и преобразовывать в физический объект.

По данным ряда авторов [14,19,62] CAD/CAM-системы позволяют изготавливать работы с погрешностью размеров до 10-20 мкм, что является

достаточно точным в отличие от аналогового литья, где погрешность составляет 50-70 мкм.

CAD-модуль позволяет выбрать тип будущей конструкции. С помощью искусственного интеллекта оператор компьютерной мышью (прототип восковой моделировки электрошпателем на гипсовой модели) изменяет параметры объекта. Модель рассматривают под любой желаемой проекцией. Помимо этого, можно изменять части конструкции (например: варианты облицовки, рассмотреть любое сечение), вплоть до полной перестройки. Результатом является оптимальная конструкция каркаса.

Далее следует передача данных в САМ-модуль, где происходит непосредственное фрезерование конечного изделия [2, 6].

Софт для CAD\САМ бывает разным, основные монументальные задачи остаются неизменными [6]. Добавляются возможности для различных специализированных функций, а также индивидуальный интерфейс программы.

Базовая комплектация системы включает в себя:

- 1) *Сканер*. Можно использовать либо интраоральный сканер, который напрямую передаёт цифровые отски в ПО, либо стационарный в лаборатории, сканирующий аналоговые модели. В формате STL.

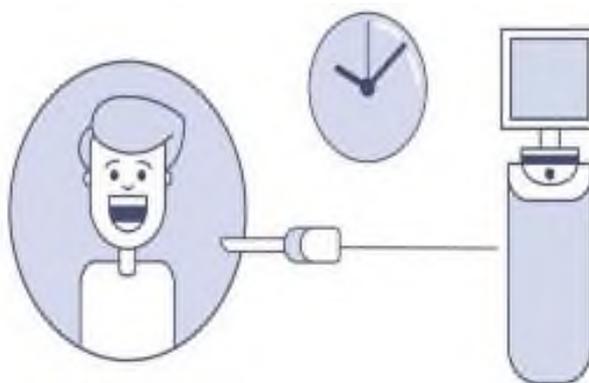


Рисунок 1- Схематичное изображение интраорального сканирования

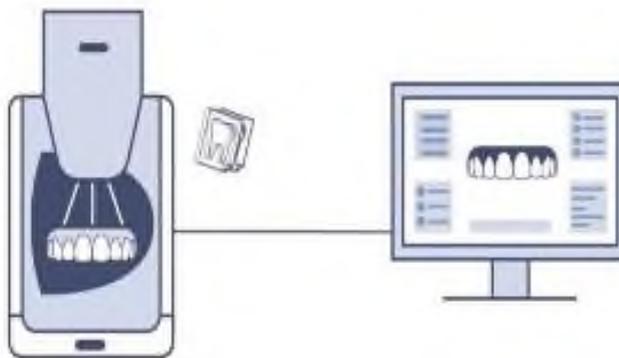


Рисунок 2- Схематичное изображение сканирования аналоговой модели

2) *Софт*. Наиболее популярные:

EXOCAD DENTAL CAD (Германия), позволяет выстраивать на цифровой модели индивидуальные параметры: угол Беннета, суставной путь и тд. Достаточно простой и понятный интерфейс. Возможна интеграция со сканерами, фрезеровочными устройствами других производителей, загрузка фотографии, 3D сканов пациента, КЛКТ . Подробнее возможности программы будут рассмотрены в пункте 1.2.



Рисунок 3- интерфейс программы Exocad

3SHAPE DENTAL SYSTEM (Дания), представляет автоматизированный рабочий процесс. Дополнительно, позволяет зубным техникам на фотографии лица пациента создавать 3D-модели.

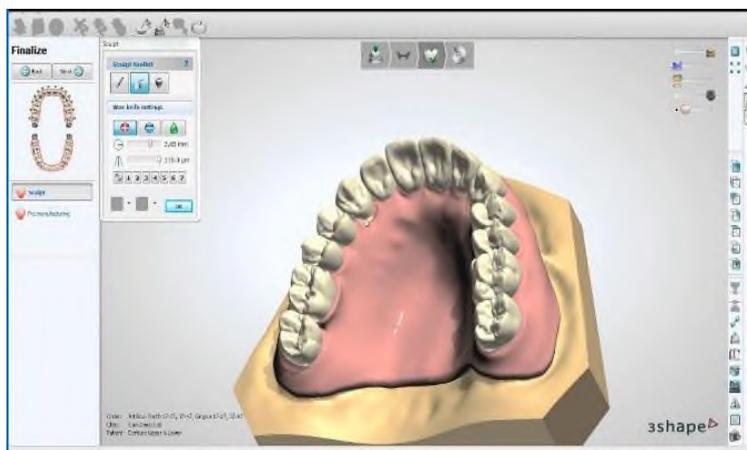


Рисунок 4 - интерфейс программы 3SHAPE

AVANTIS 3D (Россия) доступно совмещение в единую сцену параметров лица пациента (по фотографии или 3D сканированию), зубных рядов и данных цифровой компьютерной томографии. Делится на модули в зависимости от направления специальности («Орто-дизайн», «Гнато-студия», «Имплант-мастер»). Возможно клиническое 3D-моделирование.

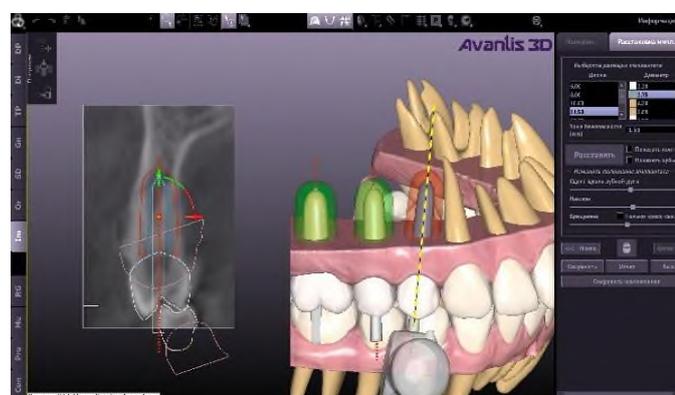


Рисунок 5- интерфейс программы AVANTIS 3D

3) Фрезерный станок.

Выбор конкретной модели зависит от финансовых возможностей зуботехнической лаборатории. Отмоделированный файл в формате STL поступает в блок управления фрезерной машины.

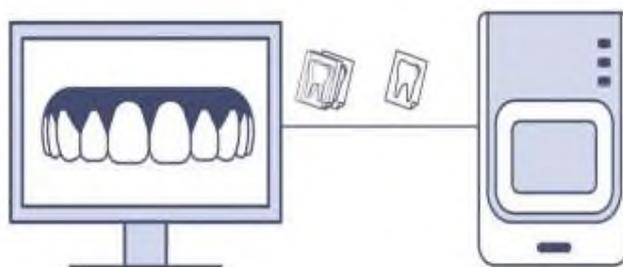


Рисунок 6 -Схематичное изображение передачи файлов STL в САМ-станок.

Существует два основных различия в получении готовой модели при использовании CAD\CAM системы, когда из цельного блока (заготовки) выбранного материала выпиливается трёхмерный каркас, а лишний удаляется т.е. используется метод фрезерования или наоборот, послойно наносится добавлением материала- метод протипирования [1, 2, 3].

Чаще всего современные системы строятся на фрезеровании и дальнейшем нанесении облицовочного материала вручную [6].

Важный технический параметр САМ- станков при обработке — это количество степеней свободы. Они могут иметь 3,4 и 5 осей [4, 56]. Количество степеней свободы прямо пропорционально сложности изготавливаемой детали [14].

Хороший прогнозируемый результат, также зависит от параметров автоматической работы станка с самим блоком заготовки.

Ведущую роль играет совместимость фрезы и выбранного материала. Для циркония используются фрезы с алмазным нанесением, для PMMA карбидное нанесение со специальным сечением, для того чтобы пластмасса не забивала

фрезе, у воска — это алюминиевое нанесение. Кроме того, между собой чётко связаны: направление, скорость и вращение движений фрезы с типом и толщиной материала [4, 11].

Масса станины станка важна при фрезеровании заготовок из металла, чем она тяжелее, тем меньше амплитуда вибраций, однако для пластмассы и циркония этот параметр мало значим [6].

Требования к фрезе, учитываются компьютером при заполнении наряда в программе. Автоматически происходит распределение оптимального количества изготавливаемых деталей в зависимости от объёма блока, а также диаметр, траектория, скорость, частота вращения фрезы.

Если обрабатываемый материал хрупкий, то скорость вращательных движений высокая, соответственно у пластичных материалов – низкая [6].

У шпинделя станка есть дополнительный параметр вертикальных высокочастотных осцилляций (30 кГц), что позволяет создавать тонкие детали без вероятности образования трещин, за счёт уменьшения давления на блок. К тому же, это увеличивает долговечность работы фрезы. Ещё отдельно можно выделить зону грубой и тонкой обработки. Линия немного выше препарирования является тонкой зоной обработки, для этого выбирается фреза малого диаметра с меньшим шагом движения. Это необходимо для того, чтобы сократить время фрезерования [2].

Следующий важный параметр — это шаг смещения блока. Размер шага обратно пропорционален точности. У современных станков он равен около 0.5 мкм и больше.

Непосредственно сам блок для фрезерования держится на одной опоре или на нескольких. Так как размеры блока обычно достаточно большие, становится ясным, что односторонняя фиксация увеличивает количество возможных погрешностей на стороне противоположной от точки опоры.

Блоки во фрезерном станке меняются вручную. В некоторых моделях имеется возможность установки большего количества, что повышает производительность работы.

В большинстве случаев системы поддерживают только сухое фрезерование, кроме титановых блоков из-за опасности воспламенения.

CAD/CAM-системы, на данный момент, делят на открытые к использованию расходных дисков/блоков разных производителей и интеграции со сторонними носителями или закрытые т.е. с ограниченной возможностью работы; оператор не может выбрать аппарат другого производителя, материалы и т.д.

В стоматологии технологии системы CAD/CAM применяются практикующими докторами и зуботехническими лабораториями [18]. Условно существуют «врачебные» CAD/CAM-системы с ограниченным функционалом изготавливаемых работ (чаще это одиночные реставрации в полную анатомию). Например: Planmeca PlanMill™ ; CEREC MC, CEREC MC-X (Sirona); Milling unit M1 (Zirkonzahn); CORiTEC 140i и др. Они компактны размеру, что позволяет размещать их непосредственно в кабинете. В основном они являются по характеристикам 4-осными, с возможностью сухой и влажной обработки всех основных материалов: пластмассы, воска, композита, циркония и всех видов керамики [4].

1.2 ПО – Exocad

Exocad Dental Cad является достаточно популярной среди специалистов. Программа была создана в 2008 году в Германии, благодаря обновлениям и модулям ПО расширяется вместе с функциональными возможностями.

Облачное приложение Dentalshare поддерживает сохранность и полноту информации. Большим плюсом является: удобный и понятный интерфейс, открытая интеграция с различными девайсами, например: приложение для смартфона «exocad WebView», что делает возможным непрерывное взаимодействие между оператором и стоматологом.

Стандартная версия «exocad DentalCAD» охватывает широкий спектр показаний: анатомические коронки, анатомические/простые колпачки, аттачменты, мостовидный каркас, вкладки/накладки, виниры, работа с восковыми моделями, телескопические коронки [2].

В дополнение к стандартной версии есть специальные модули, позволяющие расширить перечень зуботехнического сервиса. Для «exocad DentalCAD»:
«FullDenture Module» - цифровое моделирование полных съёмных протезов;
«Implant Module» - моделирование абатментов и мостовидных реставраций с винтовой фиксацией;
«Bar Module»- моделирование стандартных и сложных балок.;
«Model Creator» - создание физических моделей на основании данных цифровых слепков;
«Bite Splint Module» - моделирование окклюзионных кап;
«PartialCAD Module» - моделирование бюгельных протезов;
«Jaw Motion Import» - импорт траекторий движения челюсти с внешних устройств;
«Virtual Articulator» - моделирование движения челюсти с учётом динамической окклюзии.

В практической части мы использовали модуль Exocad «Smile Creator». Доступ к данному ресурсу позволяет — преобразовывать фотографии пациента на основе искусственного интеллекта (ИИ) в 3D объект. Рассчитать индивидуальную анатомию пациента [4].

Работа в Exocad начинается с загрузки моделей в программу. Если они получены аналоговым методом, то через CAD-сканер слепки загружаются параллельно сканированию, т.е. зубной техник оценивает результат ещё до

завершения процесса и при необходимости дополнительно покрывает антибликовым спреем места, которые не удалось отснять.



Рисунок 7- фотография процесса сканирования

Если доктор присылает виртуальные модели сразу (количество файлов равно 4: отдельно скан НЧ, ВЧ, регистраты прикуса с левой и правой стороны). Оператор проверяет правильность снятых регистратов прикуса. Антагонисты можно просмотреть в сагиттальном и трансверсальном разрезе и вычислить, наличие либо отсутствие контактов на модели. Если скан челюсти неудовлетворительный, тогда врача просят переделать работу.



Рисунок 8- фотография антагонистов в разрезе и сагиттальная щель 0,903 микрон

Если файл имеет формат STL, то модели будут представлены в гипсовом виде. Формат PLY, передаёт естественный «живой» вид твёрдых и мягких тканей.

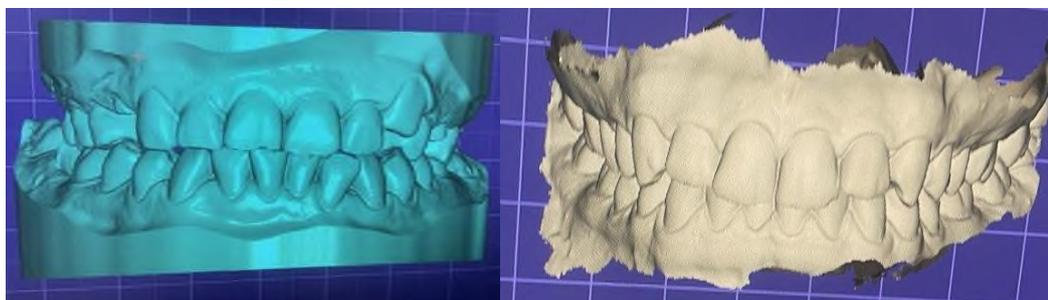


Рисунок 9- фотография модели аналогового и внутриротового сканера

При виртуальном моделировании возможно подгрузить: фотографии (две с широкой улыбкой и ретракторами, обязательно с ракурса в 45 градусов, с чётким положением зрачков- прямо перед собой) и КЛКТ- с помощью модуля «DICOM- Viewer» возможно моделировать с 3D визуализацией данных.

Через две симметричные точки на модели и фото пациента, с помощью ИИ происходит наложение и совмещение без объёма. Оператор проверяет точность совпадения.



Рисунок 10- фотография процесса совмещения моделей и фото.

Далее отмечается линия контура каймы губы и в итоге ИИ совмещает фото со сканом. При этом фотография с ретракторами находится сзади, а с широкой улыбкой спереди, так создаётся эффект объёма изображения.



Рисунок 11-фотография процесса вырезания контура улыбки

В модуле Smile creator оператор отмечает середины зрачков, через них автоматически выстраивается зрачковая и срединная линия, контур моделировки.

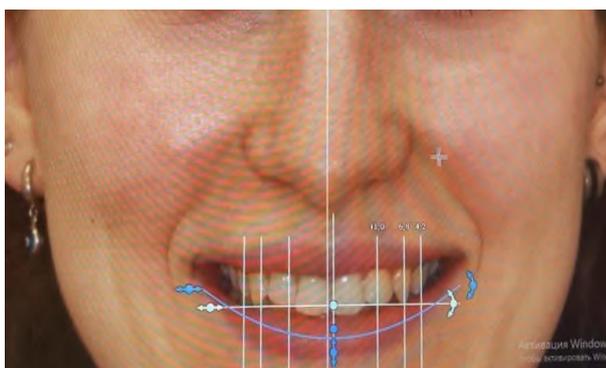


Рисунок 12- фотография эстетических параметров лица

Программа также выдаёт средние значения для контура моделирования. ИИ отмечает гиперконтакты, их можно убирать вручную или автоматически.

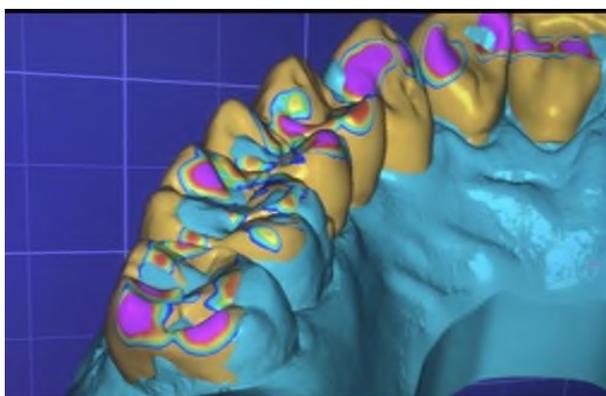


Рисунок 13- фотография суперконтактов на зубах

Технология «TruSmile Technology» -позволяет визуализировать реставрации; можно изменять структуру слоя. Рассмотреть уже готовую моделировку, например, в виде гипса, имитации естественного цвета, обозначить контур. Слои моделировки можно убирать, удалять и возвращаться к исходному состоянию у каждого зуба.

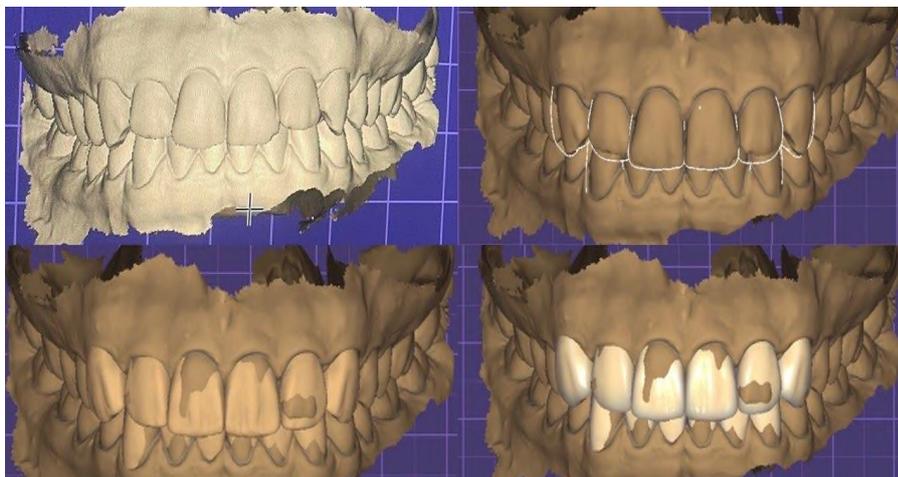


Рисунок 14- фотография слоёв макета

Оптические свойства реставрации оцениваются с помощью виртуального проецирования пучков дневного света.

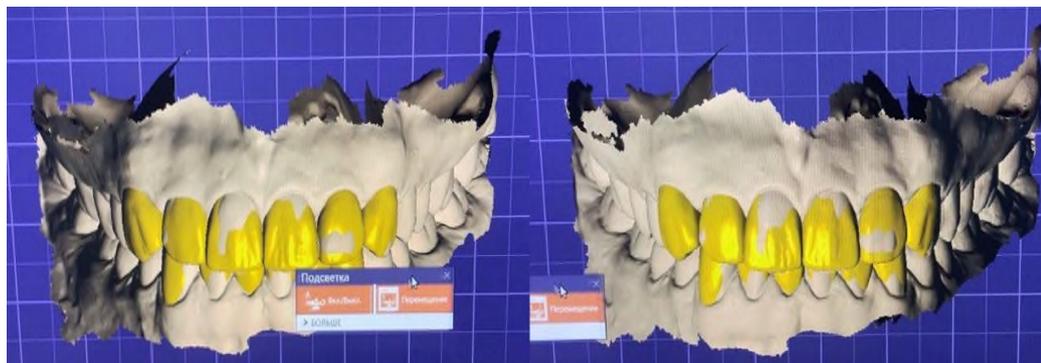


Рисунок 15-фотография проекций пучков света

С помощью виртуальной линейки измеряется расстояние между объектами.



Рисунок 16-фотография разницы между срединной и резцовой линиями.

Возможно рассмотреть осевой наклон зубов на исходной модели, вместе с моделировкой реставрации и сравнить их.

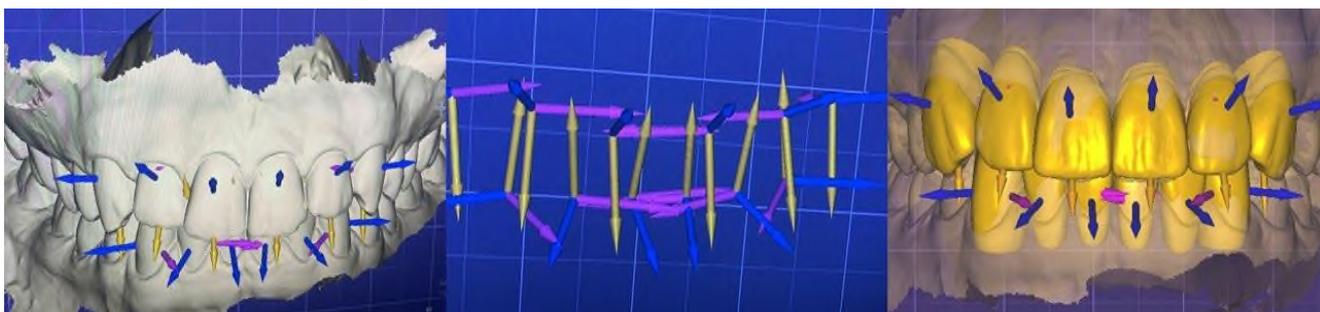


Рисунок 17-фотография осевого наклона зубов

1.3 Краткий исторический обзор

Впервые персональный компьютер был использован в области стоматологии для управления и учёта документации, со временем использование компьютеров приобрело популярность и распространилось на все области, с начала 1990-х годов появились специальные комплексные программы, объединяющие бухгалтерию, электронные медицинские карты, в дальнейшем при обновлении приложений стало возможным добавлять рабочие графики, расписание визитов, прайс лист, контроль расхода материалов и т.д. [59].

В 1970 году доктор Francois Duret предположил, что технологии, которые используют в промышленности возможно применить в стоматологии [57]. Идея состояла в применении лазерной голографической оптики для визуализации оптических оттисков зубов и фрезеровании коронок с функциональной жевательной анатомией. Прототип системы в 1987 году под наименованием Duret System («Система Дюре») был представлен на конференции Entretiens Garancieres в 1983. Однако, в то время коллеги не разделяли его энтузиазм.



Рисунок 18- Первый CAD\CAM, 1987 год

В 1980 году профессор Werner Mörmann и доктор Marco Brandestini развили идею д-ра Дюрэ начав эксперименты фрезерования ортопедических конструкций. К 1982 году был разработан первый трёхмерный внутриротовой сканер, через 3 года был представлен CEREC 1 (Sirona, Германия) - трёхмерная функциональная камера внутриротовой визуализации. Блок сбора данных имел название REDCAM, а в 2009 году – BLUECAM на основе разных светодиодов: инфракрасных и синих в качестве источника света соответственно [60].

1.4 Этапы цифрового дизайна

Универсально процесс цифрового моделирования улыбки состоит из последовательных этапов [4, 35, 45].

1 этап- включает в себя подписание ИДС, сбор анамнеза, тщательный анализ пожеланий пациента относительно будущей реставрации, осмотр полости рта, составление плана лечения.

2 этап- доктор проводит внутри- и внеротовой фотопротокол, в определённых ракурсах. Обрабатывает фотографии, отправляет их оператору.

3 этап- цифровое моделирование с помощью специального ПО (например, в нашей работе мы использовали Exocad), анализ эстетики в соответствии с концепцией DSD.

4 этап- на основе цифрового моделирования, зубной техник изготавливает wax-up.

5 этап- с помощью силиконового ключа получаем mock-up в полости рта используя бис-акриловый самоотверждаемый материал для временных коронок; доктор и пациент оценивает получившийся результат, проводят корректирование при необходимости.

На каждом из этапов происходит обсуждение и утверждение между врачом, техником и пациентом.



Рисунок 19-условные этапы цифрового моделирования

1.5 Фотопротокол

Западные доктора начали использовать фотоаппарат в повседневной практике с 1960 годов [49]. Доктор должен понимать необходимость и смысл сделанных фотографий. Так как неправильные настройки, фокус, ракурс и т.д. могут нести в себе искажение восприятия оператором и могут уменьшать прогнозируемость результата. [5, 22].

Фотография центральных резцов под неправильном ракурсом может изменить восприятие размера зуба или его положения [49].



Рисунок 20-фотография с неправильным расположением окклюзионного зеркала



Рисунок 21- фотография с неправильным ракурсом



Рисунок 22- фотография с неправильной выдержкой фотоаппарата

Использование фотопротокола в практике врача стоматолога является важным звеном в лечении, так как позволяет решать множество задач [23, 31, 33, 34, 53].

-Диагностика;

Позволяет повторно рассмотреть клинический случай в отсутствие пациента.

-Презентация плана лечения;

Интерактивное взаимодействие с пациентом улучшает понимание предлагаемого плана лечения. И даёт в большинстве случаев положительную обратную связь.

-Ход и итог лечения;

Позволяет отслеживать динамику, отдалённые результаты функции и эстетики, сравнить, провести анализ проведённой работы и оценить эффективность.

-Юридическая ответственность;

Использование в качестве защиты в судебно-медицинской экспертизе.

-Общение с зуботехнической лабораторией;

Позволяет зубному технику оценивать цвет, форму, срединную и резцовую линии и эстетические параметры.

1.5.1 Внеротовая фотосъёмка

Проектирование и моделирование естественной и эстетичной улыбки пациентов - является методикой для получения наиболее прогнозируемых результатов стоматологического лечения [55].

Красивую улыбку формирует множество факторов, которые могут быть неприметны обычному глазу. Анализ начинается с оценивания структуры общей гармонии лица (симметрия анатомической формы, соотношение с профилем), т.е. макроэстетики [4, 34, 63].

Привычный естественный вид зубов также формируются благодаря параметрам микроэстетики [34, 49]. Для того чтобы точно передать все перечисленные параметры необходимо выполнить серию фотоснимков пациента. Также это входит в стандарт рекомендаций американской ассоциации стоматологов [50].

1) *Портретные фото лица анфас*: с расслабленной губой в позиции произношения буквы "М"- высота покоя нижней челюсти, позволяет определить необходимую длину верхнечелюстных резцов; начало улыбки; прямая проекция широкой улыбкой; с ретракторами при полном смыкании.



Рисунок 23- схема съёмки фронтальной группы зубов при полном смыкании

Считается, что плечевой портрет. При внеротовой фотосъёмке наиболее информативен [16, 25].

Большая часть исходного дизайна улыбки основывается на этой серии фотографий.

2) *Портретные фото профиля*: начало улыбки; широкая улыбка.

3) *Поворот три четверти*: широкая улыбка; фотография с фонетической пробой.

4) *Портретное фото нижней трети лица*.

V. Landon Blatter пишет, что крупный план, позволяет детальнее познакомиться с эстетическими параметрами: оценить щёчный коридор, линию улыбки, губ [25]. Оценить взаимное расположение губ и зубов в состоянии покоя, при улыбке и при проведении фонетических проб. Расположение камеры должно быть сверху вниз относительно фронтальной плоскости под углом 45° , чтобы получить корректный изгиб режущих краёв резцов и клыков.

Многочисленные исследования и авторы советуют выполнять серию фотографий с одной точки и использовать мануальный режим для фокусировки [16, 31, 49].

1.5.2 Внутриротовая фотосъёмка

Существуют специальные аксессуары для фотосъёмки: ретракторы, которые заводятся в преддверие полости рта справа и слева, раздвигая губы и щеки, обнажая часть альвеолярного отростка; окклюзионные зеркала; контрастеры, улучшающие визуализацию полупрозрачных режущих краёв зубов.



Рисунок 24- иллюстрация аксессуаров для фотосъёмки: А - фотоаппарат со вспышкой; Б - рассеиватель; В- софт бокс; Г - окклюзионное зеркало; Д - губной и щёчный ретрактор; Е- контрастер.

Выполнение этой серии фотографий желательно с одной точки, фокус в центральной точке в качестве объекта фокусировки следует выбрать клык или контакт с первым премоляром [17].

Зеркало необходимо расположить в полости рта под наклоном 45 градусов к окклюзионной поверхности зубов. Оптическая ось объектива должна проходить под острым углом (40-45 градусов) к поверхности зеркала.



Рисунок 25- Схема съёмки окклюзионной поверхности зубов нижней челюсти



Рисунок 26- схема съёмки окклюзионной поверхности зубов верхней челюсти

При таком сочетании оптической оси и окклюзионного зеркала изображение в кадре становится перпендикулярным поверхности зубов. Край зеркала необходимо расположить таким образом, чтобы оно находилось за дистальными зубами, опираясь на антагонистов.

Фокусировку проводят в автоматическом режиме. Точки фокусировки - окклюзионная поверхность премоляров. Данное расположение необходимо для хорошей визуализации, результатом которой является отображение всего зубного ряда [17].

Фотографии нуждаются в последующей обработке [25] в графических редакторах, например Lightroom, Adobe Photoshop и др. При постобработке дентальные фотографии необходимо кадрировать, регулировать контрастность, баланс белого цвета, светотень [64]. Для передачи цвета с

наибольшей точностью применяют специальную серую карту, способную отражать свет, по данным исследований на 18-20% [25].

	интраоральная фотосъемка	улыбка, миниэстетика	портрет	предметная фотосъемка
ISO	100-400	100-400	100-400	100-400
диафрагма	22-32	около 16	около 8	8-22
выдержка/скорость	200	200	200	200
фотовспышка	1/4	½-1/4	1/1	1/1-1/4
фокусировка	режим «М» (manual)			
режим съемки	режим «М» (manual)			
контроль фотовспышки	режим «М» (manual)			
баланс белого	Kelvin «К» 5560 или ручная настройка			
формат изображения	в повседневной практике jpg, в «особых» случаях RAW			
размер изображения	Large «L»			

Рисунок 27- Рекомендуемые настройки для зеркальной фотокамеры.

1.6 Цифровые оттиски

Впервые об основных принципах трёхмерного сканирования и применения этого метода в стоматологии писал Mushabac D.R. в 1977 году [43].

Традиционное изготовление силиконовых оттисков на данный момент преобладает над интраоральным сканированием зубов. Но рост использования и спроса говорит о том, что в скором времени последнее станет преобладающим методом [59].

Если возникает необходимость, в дополнение к сканированию может быть изготовлена физическая модель, их получают стереолитографическим или фрезерным методом. Таким образом, цифровые интраоральные сканы челюстей экономят временные затраты, повторное снятие не требует использования слепочных масс.

Существуют основные правила, которые используются при традиционном и аналоговом методе: изоляция от влаги, ретракция мягких тканей [59].

Классификация 3D сканеров строится на методах, которые можно представить схемой:

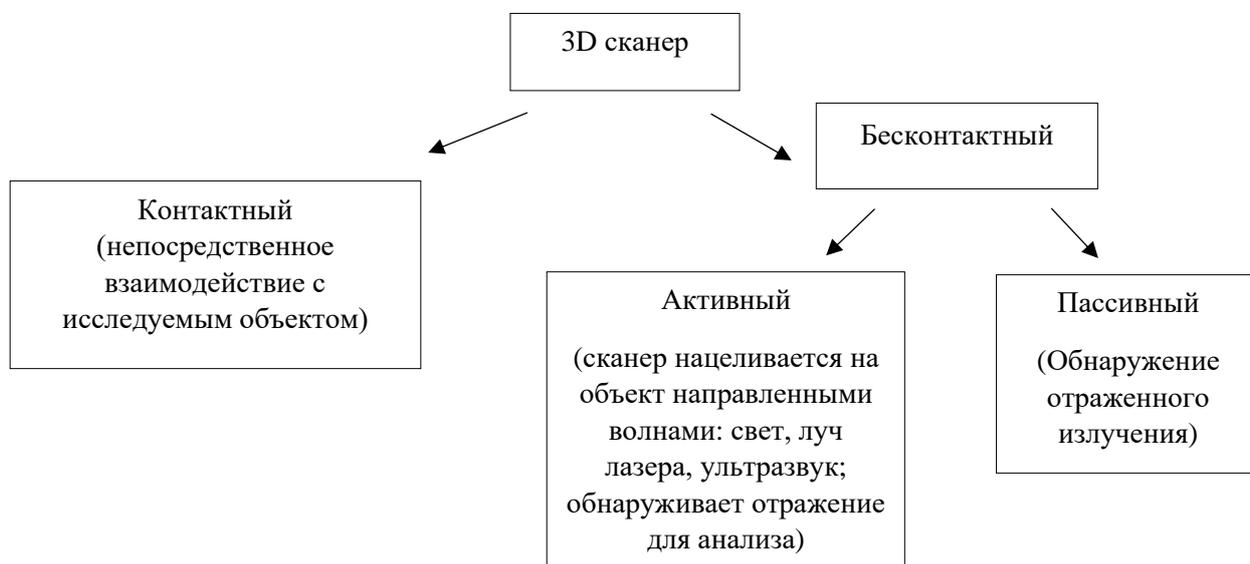


Схема №1 классификации 3D сканеров

Внутриротовые сканеры относятся к бесконтактной группе. Концепция их работы основана на оптической когерентной томографии, фотограмметрии, активной и пассивной стереоскопии, триангуляции, в большинстве случаев на конфокальной микроскопии. Принцип действия КМ состоит в непрерывном оптическом захвате объёма данных [3, 6].

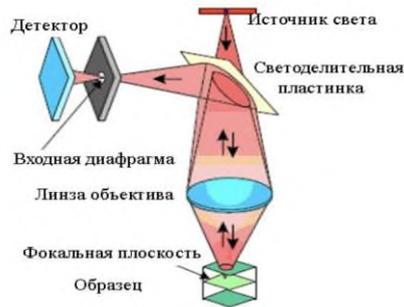


Рисунок 28- Принципы работы КМ

Врачу необходимо просто вести рабочую рукоятку с камерой по области захвата. С помощью искусственного интеллекта точки совмещаются в единое изображение.



Рисунок 29- фотография процесса интраорального сканирования

Параллельно доктор имеет возможность просматривать отсканированную область. Сканирование возможно остановить в любой момент. Пример использования концепции КМ устройствах: Trios 3Shape (Дания), iTero (США), 3D Progress, E4D (США), CEREC AC Bluecam (Германия).



Рисунок 30- фотография процесса сканирования аналоговой модели

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе данной выпускной квалификационной работы, проведено обследование и анкетирование 23 пациентов с высокими эстетическими требованиями в период с декабря по апрель 2022 года. В результате, по параметрам выборки для исследования подошли 7 пациентов.

(Методика продемонстрирована на примере пациента.)

Критерии включения в исследование:

- эстетический запрос
- мужчины и женщины в возрасте от 18 до 30 лет;
- отсутствие патологий слизистой оболочки полости рта;
- отсутствие зубных протезов;

Критерии исключения:

- включённые дефекты фронтальной группы зубов;
- соматические патологии.

В ходе работы было сделано:

- 1) Восковое моделирование (wax-up) с использованием аналоговых оттисков зубным техником в зуботехнической лаборатории;
- 2) Виртуальный макет с использованием полного цифрового протокола в ПО Exocad;
- 3) Дентальные фотографии;

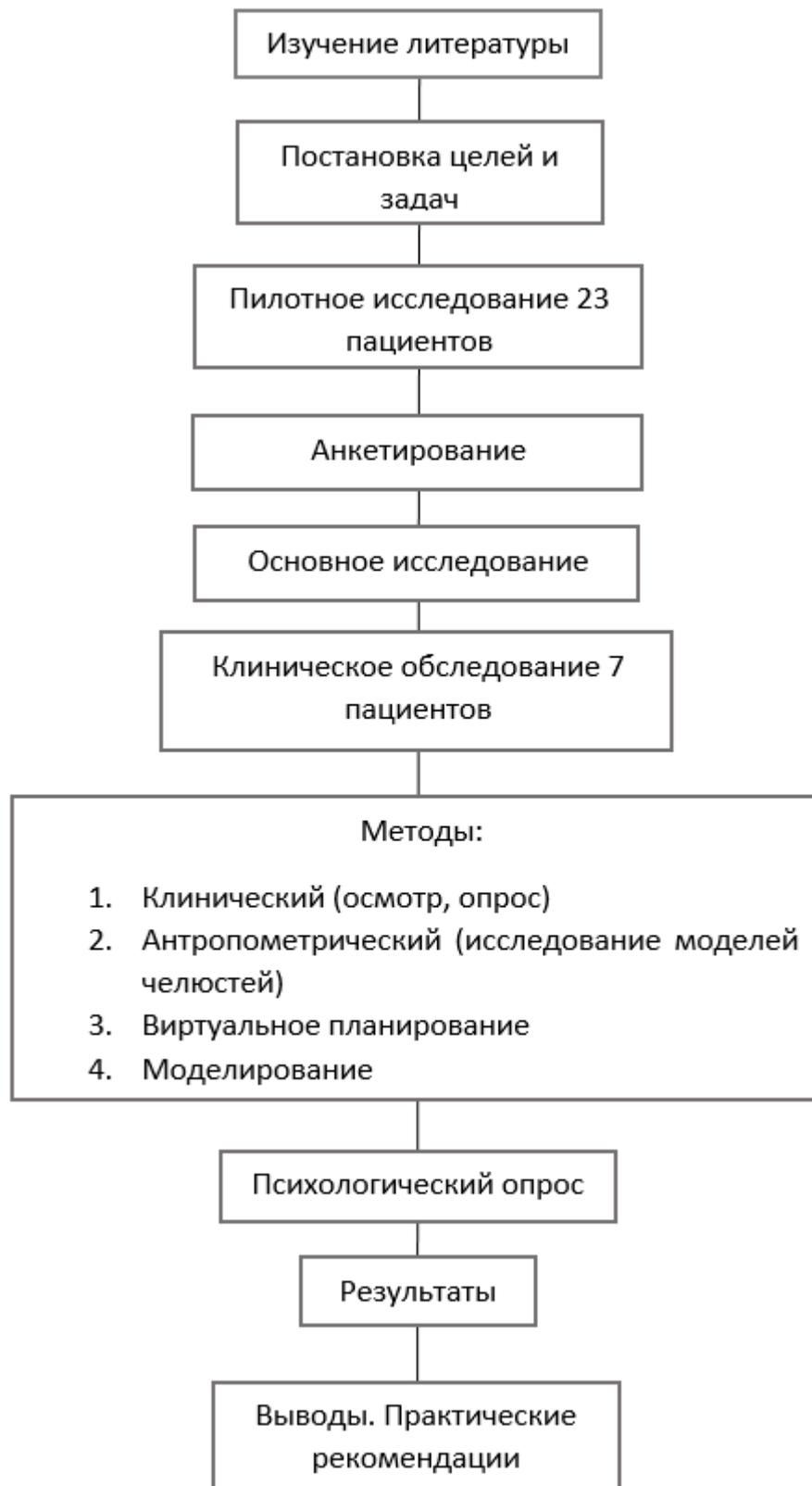


Схема №2 дизайн исследования

2.1 Анализ литературных источников

Первым этапом, в исследовании ВКР использован метод анализа зарубежной и отечественной литературы. Основой для поиска послужили: информационные базы научно-исследовательских данных: eLIBRARY, PubMed и отечественная виртуальная библиотека Cyberleninka, которые содержали информацию о применении цифрового дизайна для лечения стоматологических больных, описание характеристик программного обеспечения, необходимого оборудования. Глубина поиска составила 5 лет. Для рассмотрения актуальности темы поиск содержал ключевой запрос digital smile design.

Из 270 статей, найденных в указанных источниках нам, подошло суммарно 186 статей.

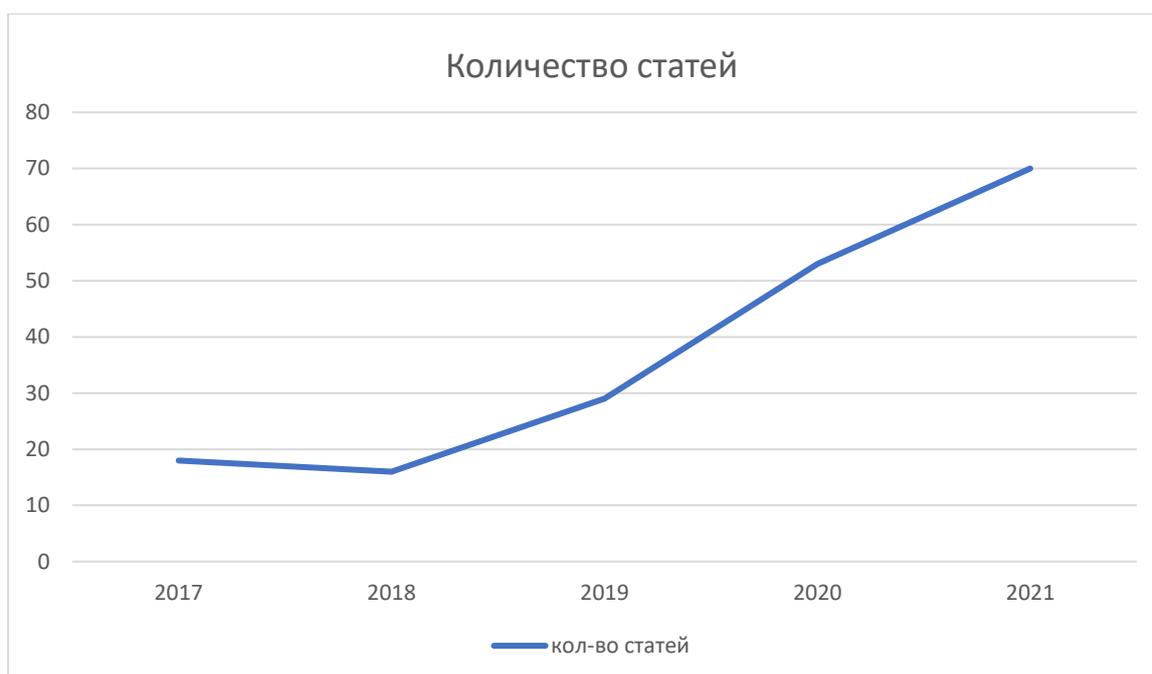


График №1

Данный график позволяет увидеть, как ежегодно увеличивается популярность запроса концепции DSD.

2.2 Анкетирование и сбор анамнеза

Для первичного обследования пациентов составлена анкета.

Она включала данные о возрасте, медицинском состоянии, эстетическом запросе.

Вопросы с выбором ответа, которые входили в анкету:

Ваша ФИО _____

Пол: М/Ж

Возраст _____

№1 Отмечались ли у Вас ранее или имеются настоящее время заболевания или расстройства:

- Инфекции? Да/Нет;*
- Заболевания сердечно-сосудистой системы? Да/Нет;*
- Расстройства дыхательной системы? Да/Нет*
- Патология желудочно-кишечного тракта? Да/Нет*
- Патология мочеполового тракта? Да/Нет*
- Заболевания центральной нервной системы? Да/Нет*
- Гормональные расстройства? Да/Нет*

№2 Есть ли у Вас замечания относительно вашей улыбки? Да/Нет

№3 Имеются ли у Вас замечания относительно цвета зубов? Да/Нет

№4 Имеются ли у Вас замечания относительно формы зубов? (длина, ширина, промежутки между зубами, расположение зубов)? Да/Нет

№5 Является ли вашей целью совершенная «голливудская» улыбка? Да/Нет

№6 Считаете ли Вы свою гигиену полости рта удовлетворительной? Да/Нет

В ходе обработки данных анкетирования, по критериям включения в исследование

Для отбора пациентов по параметрам включения в исследование, имели значение вопрос №1 и возраст пациентов.

Если в вопросе №1 указывали хотя бы одно «Да», то пациент исключался из дальнейшего исследования, так как он не подходил по параметрам выборки.

Вопрос №2-№6 учитывались после отбора пациентов.

Результаты данных занесли в таблицу:

Пациент	Пол	Возраст	№1	№2	№3	№4	№5	№6
1	М	53	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет
2	Ж	42	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
3	М	39	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
4	М	20	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
5	Ж	25	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Да
6	М	33	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет
7	М	30	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
8	Ж	22	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
9	Ж	32	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да
10	М	45	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да
11	Ж	30	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
12	Ж	24	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
13	М	28	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да
14	М	27	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
15	М	26	Нет	Да	Да	Нет	Да	Нет
16	Ж	21	Нет	Да	Да	Да	Да	Да
17	М	25	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да
18	М	23	Нет	Да	Да	Да	Да	Да

19	Ж	34	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
20	Ж	45	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Да
21	М	41	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет
22	Ж	39	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
23	М	65	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет

Таблица №1 Обработка данных анкеты

Резюмируя данные таблицы №2, под наше исследование подходят пациенты: №4,5,7,8,11,12,14,15,16,17,18 (отмечены цветовой кодировкой). Остальные пациенты не подошли по причине наличия у них соматических заболеваний или возраста старше 30 лет.

После предварительного анкетирования следовал этап сбора анамнеза:

- Опрос пациента о наличии общих соматических заболеваний. Во время опроса мы также записывали жалобы связанные с эстетической неудовлетворённостью ФГЗ. Уточняли форму, цвет, текстуру зубов, который удовлетворял бы запрос пациента; желаемый результат после протезирования.
- Осмотр наружных видимых покровов головы и шеи, слизистой оболочки полости рта, губ, языка, дна полости рта.
- Пальпация регионарных лимфатических узлов, ВНЧС, жевательных мышц;
- Зондирование и перкуссия зубных рядов.

Помимо этого, учитывалось: состояние зубных рядов , их целостность, положение при артикуляционных движениях; цвет, при естественном дневном освещении (оттенок определялся с помощью расцветки VITA) форму, рельеф поверхности зубов; статус пародонта с помощью индекса CPITN; также фестончатость и симметричность десны; лицевые признаки, в том числе резко выраженные подбородочные и носогубные складки, опущение углов рта, изменение/уменьшение нижней трети лица.

По результатам суммирования анкетирования и осмотра была составлена таблица:

Пациент	Пол	Возраст	ВД	Патологи и СОПР	Код SPITN	Соматические заболевания	Эстетический запрос
1	М	53	Да	Нет	3	Да	Да
2	Ж	42	Да	Да	3	Нет	Да
3	М	39	Да	Нет	3	Нет	Да
4	М	20	Нет	Нет	1	Нет	Да
5	Ж	25	Нет	Да	1	Нет	Да
6	М	33	Да	Нет	1	Нет	Да
7	М	30	Да	Да	4	Нет	Да
8	Ж	22	Нет	Нет	1	Нет	Да
9	Ж	32	Да	Нет	2	Нет	Да
10	М	45	Да	Нет	1	Да	Да
11	Ж	30	Да	Нет	1	Нет	Да
12	Ж	24	Нет	Нет	3	Нет	Да
13	М	28	Нет	Нет	2	Да	Да
14	М	27	Нет	Нет	1	Нет	Да
15	М	26	Да	Нет	1	Нет	Да
16	Ж	21	Нет	Нет	1	Нет	Да
17	М	25	Нет	Нет	1	Нет	Да
18	М	23	Нет	Нет	1	Нет	Да
19	Ж	34	Да	Нет	1	Да	Да
20	Ж	45	Да	Да	4	Нет	Да
21	М	41	Да	Да	4	Нет	Да
22	Ж	39	Нет	Не	1	Нет	Да
23	М	65	Да	Да	4	Да	Да

Таблица №2- Суммирование данных анкеты и анамнеза

2.3 Методология основного исследования

По параметрам выборки 7 пациентов подошли для дальнейшего исследования (отмечены цветовой кодировкой): 4, 8, 12, 14, 16, 17, 18.

В их повторный визит мы провели:

Дентальную фотосессию:

А) Портретные фотографии анфас: с расслабленной губой в позиции буквы «М»; начало улыбки; широкая улыбка;

Б) Портретные фото профиля: начало улыбки, широкая улыбка.

В) Фотографии $\frac{3}{4}$: с широкой улыбкой, с расслабленной губой в позиции «М»

Г) Портретные фотографии нижней трети лица

Д) Внутриворотные фотографии с окклюзионной поверхностью верхней и нижней челюсти.



Рисунок 31- внеротовые фотографии исследуемого пациента

После детального анализа эстетики пропорций лица и зубов мы составили таблицу. По следующим критериям:

Форма: Некоторые авторы [40,41] убеждены, что форма зуба должна совпадать с полом человека. Однако, исследования [46, 57] этого не доказывают, но утверждать об интуитивно-гендерном выборе формы зубов можно на основании [29, 68]. Некоторые авторы [65] убеждены в том, что форма зуба может определять характер поведения, например, для волевого человека характерны острые углы зуба. Так или иначе, мы ограничились

стандартной группой форм зубов: овальная (О), прямоугольная (П), треугольная (Т);

Текстура: в нашем исследовании принимали участие люди молодого возраста, необходимо отметить, что для этой возрастной группы характерно наличие четко выраженной анатомии: мамелоны, прозрачный режущий край, линии роста [46, 47];

Положение отдельных зубов: при отказе от ортодонтического лечения, ротацию отдельных зубов появившуюся вследствие скученности возможно исправить, если изменить контур [46]. Это позволит оптимизировать внешний вид конструкции.

Пациент	Форма	Текстура	Положение отдельных зубов	Наличие фасеток стираемости
4	о	Выраженная	норма	нет
8	о	Выраженная	Дистопия 1.2	1.3; 2.3
12	п	Нет	норма	нет
14	т	Выраженная	норма	нет
16	п	Выраженная	Дистопия 1.2	нет
17	п	Выраженная	норма	1.3, 1.2
18	о	Выраженная	норма	нет

Таблица № 3-анализ эстетических данных пациентов

Для описания цветовой характеристики мы составили отдельную таблицу. Измерение проходило при естественном дневном освещении, стандартной шкалой VITA.

Пациент	Центральный резец		Латеральный резец		Клык	
	Шейка	Тело	Шейка	Тело	Шейка	Тело
4	A3	A2	A3	A2	A3	A2
8	A2	A2	A2	A2	A3	A3
12	A2	A2	A3	A3	A3	A3
14	A2	A1	A2	A1	A2	A2
16	A3	A2	A3	A2	A3	A3
17	A2	A 2	A 2	A2	A2	A2
18	A 2	A 2	A 2	A 2	A3	A3

Таблица № 4- описание цвета зубов пациентов

Для диагностических моделей получили оттиски с каждого пациента методом одноэтапного двухфазного снятия;



Рисунок 32- фотография аналогового оттиска

А также шаблоны на прикусную вилку лицевой дуги для дальнейшего гипсования в артикулятор STRATOS 300.



Рисунок 33-фотография пациента при наложении лицевой дуги

Отсканировали цифровые оттиски интраоральным сканером TRIOS 3 Basic 3shape.



Рисунок 34-фотография интраорального сканирования пациента

Отправили отсканированные (в формате STL) и аналоговые оттиски в зуботехническую лабораторию;

Провели дополнительное исследование: ТРГ в боковой проекции, КЛКТ 16*16

Перенесли моделировку (mock-up) в полость рта пациента с помощью бис-акриловой самоотверждаемой пластмассы для временных реставраций. Для оценивания результата пациенты опрашивались:

- 1) Понравилась ли вам форма зуба *Да/нет*
- 2) Понравилась ли вам контуры зубов? *Да/нет*
- 3) Понравился ли вам размер зубов *Да/нет*
- 4) Удовлетворены ли вы результатом ? *Да/нет*

По результатам опроса была составлена диаграмма в процентном соотношении удовлетворённости аналоговым методом моделирования и с помощью программы Exocad.



Диаграмма №1- результаты опроса

2 пациентам понравился аналоговый макет, 5 – Exocad.

2.4 Анализ формы и расчет индекса LVI

Для полноценного анализа формы, размера и пропорции зуба, чтобы получить высоко эстетическую реставрацию фронтальной группы зубов по мнению Mauro Fradeani необходимо рассчитать идеальные математические параметры зубов.

Поэтому мы провели для каждого пациента сравнительный анализ полученного индекса Шимбачи (LVI) и ширины зуба (W) (значение которого принято постоянным) с идеальными параметрами LVI с помощью штангенциркуля и виртуальной линейки в Exocad на моделях. Параметры мы измерили штангенциркулем три раза и один раз в Exocad получились среднеарифметическое число внесли в таблицу №5, №6. Некоторые авторы считают, что с помощью этого индекса возможно определить оптимальную высоту прикуса (за счет идеальной длины зуба- ИД) или наличие снижения межальвеолярной высоты. Табличные значения для удобства округлялись до 0,05 мм, что соответствует заявленной погрешности на используемом штангенциркуле и виртуальной линейке в программе Exocad.

ИД рассчитывается по формуле = ширина резца $\times \alpha$.

Индекс Шимбачи рассчитывается по формуле ИД $\times \alpha$

Где $\alpha=1,29$ значение которое получается, если золотое сечение $\varphi=1.618$ умножить на 77.5% (согласно правилу «золотой пропорции» это оптимальное соотношение ширины и длины зуба).



Рисунок 35-фотография расчета ширины зуба

пациент	S	W	L1	LVI	L2	$LVI - S$
4	17,7	8	10,3	17	10,5	-0.7
8	14,1	8	10,3	17	10,5	3.1
12	17	8	9,5	17	10,5	0
14	18	8,2	10	17	10,5	-1
16	16,9	7	10	14,5	9	-2.4
17	15,7	8,4	9,4	17,75	11	2
18	17,7	8,5	9,7	17,75	11	0

Таблица №5- расчет значений индекса LVI

Пояснение к таблице:

S – расстояние между эмалево-цементной границы верхних и нижних центральных резцов;

W – ширина зуба замеренная, принятая за const;

L1 – длина зуба замеренная на момент обращения пациента;

LVI – индекс шимбачи или требуемая высота прикуса;

L2 – идеальная длина центрального верхнего резца согласно правилу золотого сечения;

$LVI - S$ – на сколько необходимо повысить или понизить высоту прикуса.

Данные в таблице указаны в мм.

2.5 Расчет «золотой пропорции» зуба

Для зубов характерна «золотая пропорция» выраженная в пределах от 75% до 80%, среднее значение 77.5% согласно LVI [46, 47].

пациент	W 1.1	W 1.2	W 1.3	L 1.1	L1.2	L1.3	Ω1.1	Ω1.2	Ω1.3
4	8	7,1	7,8	10.3	9.6	11.1	77.7	73.9	70.2
8	8	7,1	7,6	10.3	8.8	9.1	77.7	90.9	83.5
12	8	7,1	7,6	9.5	7.7	9,4	84.2	92.2	80.8
14	8,2	6,7	7,6	10	7.9	8.5	82	84.8	89.4
16	7	6,9	7,3	10	8,5	9.4	70	81.2	77.6
17	8,4	6,8	6,2	9.4	8,1	8,1	89.4	83.9	76.5
18	8,5	7,3	7,1	9.7	9	9,3	87.6	81.1	76.3

Таблица №6- расчет значений «золотой пропорции»

Пояснение к таблице №6:

W – замеренная ширина зубов в мм;

L – замеренная длинна зубов в мм;

Ω - отношение ширины к длине рассчитанная по формуле $\Omega = \frac{W}{L} \times 100\%$ выраженная в процентах;

1.1-1.3 – нумерация зубов.

пациент	W1.1	W1.2	W 1.3	Wf 1.1	Wf 1.2	Wf 1.3
4	8	7	4,6	8	5	3
8	8	7	4	8	5	3
12	8	7	3	8	5	3
14	8.2	6	3	8,2	5,1	3,1
16	7	5	3	7	4,3	2,7
17	8.4	6,5	4	8,4	5,2	3,2
18	8.5	7	4	8,5	5,3	3,2

Таблица №7- расчет данных

Пояснения к таблице №7:

W – видимая ширина зубов в мм

Wf – видимая ширина зубов требуемая для соблюдения правила «золотой пропорции»;

$$Wf 1.2 = W1.1 \times 0.62\%$$

$$Wf 1.3 = W1.1 \times 0.38\%$$

Проценты взяты из правила «золотого сечения», которое исходит из чисел Фибоначчи.

Все значения указаны в мм;

1.1-1.3 – номера зубов.

Обработка данных:

Исходя из данных полученных из таблицы под номером три можно сделать следующие выводы:

1. Пациенты №8 и №17 и нуждаются в повышении прикуса на 3мм и 2 мм соответственно;
2. Пациенты №14 и №16 нуждаются в уменьшении длины центрального резца на 1мм и 2,5мм соответственно;

3. Пациенты №4, №12 и №18 не нуждаются в дополнительной работе над высотой прикуса и могут начать эстетическую реабилитацию без дополнительных этапов лечения;
4. Пациенты №4 №8 №14 имеют наиболее приближенную длину к идеальному верхнему резцу по золотому сечению.

Проанализировав таблицу №6, №7, мы пришли к выводу, что только в 23,8% случаев зубы 1.1 – 1.3 исследуемых пациентов соответствуют правилу «золотой пропорции». Соответственно левый сегмент 2.1-2.3 аналогично не соответствуют правилу.

Также в исследованиях [Preston J.D. 1993], «золотая пропорция» встречалось лишь у 17% обследованных.

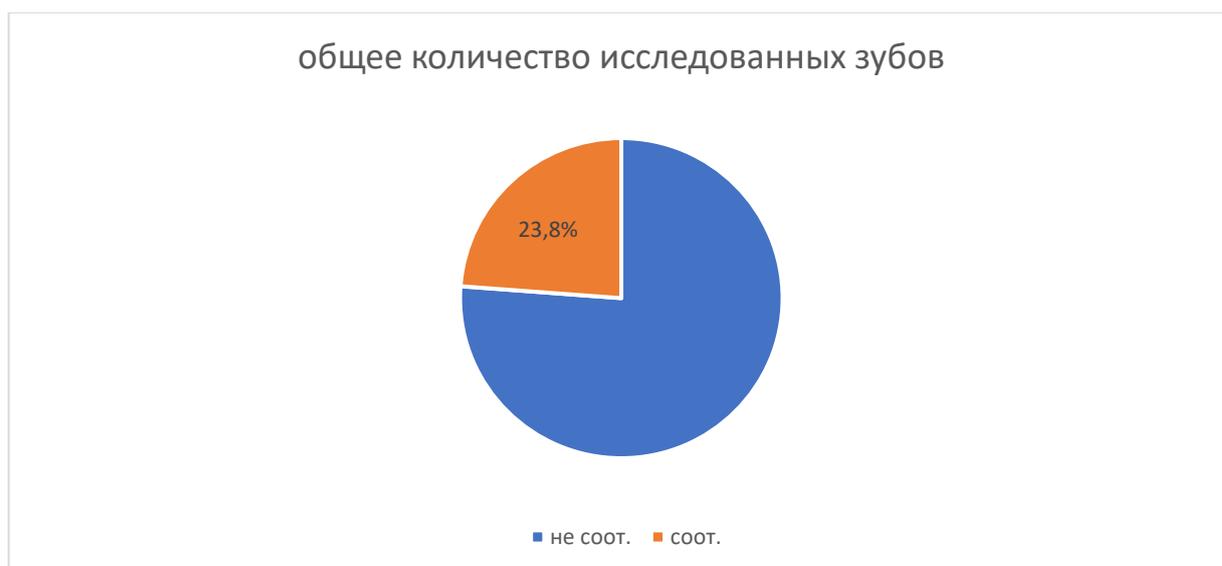


Диаграмма №2- процент исследуемых соответствующих правилу

Также автор считает важным отметить, что правило «золотой пропорции», индекс Шимбачи- являются усредненными параметрами, которые не учитывают индивидуальный эстетический запрос пациента и разброс физиологической нормы анатомии [M.Fradeani, 2008], поэтому при моделировании и создании эстетической реставрации необходимо совмещать эти факторы воедино.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обзор клинического случая: Пациент, 22 года.



Рисунок 36- внеротовые фотографии пациента



Рисунок 37- фотографии профиля пациента

Жалобы: пациент был неудовлетворен формой своих зубов, механическим сколом на переднем зубе, темный и неоднородный цвет, особенно, клыков.



Рисунок 38- внутриротовые фотографии зубных рядов

Осмотр: был выявлен скол в пределах эмали режущего края 2.1, местная гипоплазия зуба 1.1, фасетки стираемости на 1.3 и 2.3. Скученность 3.1, 3.2, 4.1, 4.2. Цвет тела зуба А2, клыки А3. На небной поверхности зубов 1.2 и 1.3 герметик.

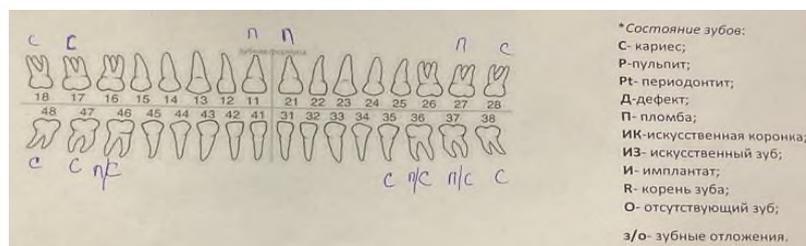


Рисунок 39- фотография зубной формулы

Дополнительные методы исследования: по описанию ТРГ рентгенологом и расчетам, вычислены: 1 скелетный класс с тенденцией к 3, высота нижней трети лица находится на нижней границе нормы, остальные данные в пределах нормы; КЛКТ двух челюстей и ВНЧС 16*16 загружены в виртуальный артикулятор exosad.

Перед нами встала задача первоначальной санации полости рта с заменой старых реставраций, чтобы нормализовать окклюзию пациентка категорически отказалась от ортодонтического лечения по причине личных переживаний, из-за долгого срока ношения брекетов или элайнеров, ее сильно беспокоило то, что эстетический внешний вид будет нарушен. Был спланирован ортопедический план лечения.

Анализ эстетики:

Эстетическая самооценка: несимметричная улыбка;

Требования и пожелания пациента: поменять форму и цвет зубов;

Предпочтения: зубы с незначительными неровностями;

Анализ лица: межзрачковая линия и линия горизонта совпадают; комиссуральная линия и линия горизонта параллельны; срединная линия лица не центрирована на 1 мм; профиль лица нормальный; губы толстые.



Рисунок 40- фотография профиля и симметрия лица

Анализ соотношения зубов и губ: кривизна режущих краев и нижняя губа : выгнутая; линия улыбки: средняя; ширина улыбки: 12-14 видимых зубов; щечный коридор широкий; верхняя межрезцовая линия и срединная линия лица со смещением вправо на 0,1мм; окклюзионная плоскость и комиссуральная линия параллельны;



Рисунок 41- фотографии нижней трети лица пациента.

Анализ зубов: резцовые линии верхней и нижней челюсти совпадают; тип зубов овоидный ; макро- и микротекстура сильно выраженная. нормальный контур; пропорции верхних зубов шире нормы; межрезцовые углы сосколами;



Рисунок 42- фотография текстуры зубов

оси зубов аномальные на ВЧ и НЧ; десневой край и зенит симметричный; сосочки сохранены; биотип десны толстый; изменения десны отсутствуют; участки адентии отсутствуют.

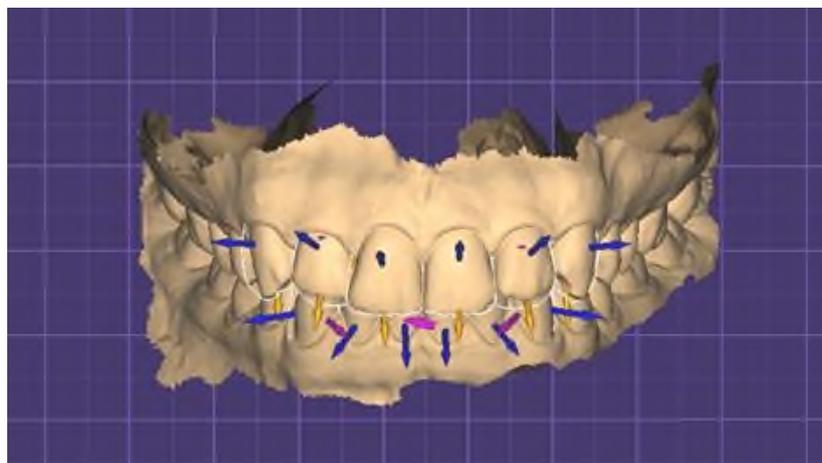


Рисунок 43- фотография оси зубов

Анализ дикции: межокклюзионное расстояние в покое при произношении буквы «М» 4 мм; обнажение зубов при произношении буквы «М» ВЧ 1 мм , НЧ 2 мм; межгубное пространство занятое верхними зубами при произношении буквы «И» >80%; движение нижней челюсти при произношении буквы «С» вертикальное.



Рисунок 44- фотография пациента при произношении буквы «М»

Из- за отказа от ортодонтического лечения для нас стало важной задачей объединить оптимальный набор функции и эстетики.

По эстетическому запросу пациента мы оптически уменьшили ширину передних зубов и изменили их форму на треугольно-овальную. Это становится возможным, если немного сместить контактные границы к середине зуба с оральной поверхности и увеличить рельефность краевых валиков.

Исправили сколотый контур, вывели режущий край параллельно лицевым признакам. Нормализовали клыковое ведение за счёт восстановления медиальных валиков с небной поверхности. При моделировании зубов мы сохранили незначительную вестибулярную ротацию зуба 2.2 удлинив только контур зуба и увеличили вестибулярную поверхность зуба 1.2., таким образом добившись сохранения естественного и гармоничного вида зубной дуги.

В программе Exocad и на гипсовой модели был создан прототип будущей реставрации.

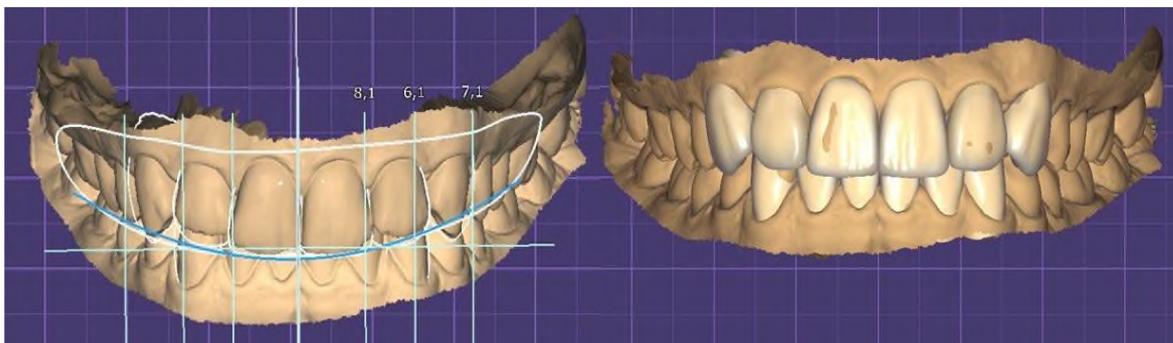


Рисунок 45-фотография с режцово́й линией, линией улыбки, размеров контура будущего wax-up и конечный результат моделирования

В течении 3,5 часов печаталась модель с помощью лазерной стереолитографии (технология быстрого прототипирования).

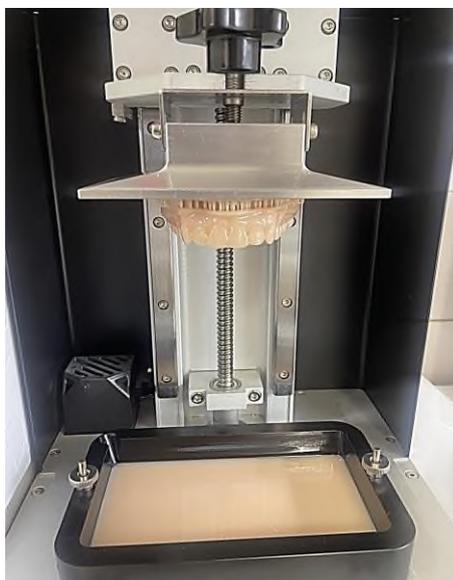


Рисунок 48- фотография процесса принтования модели

Получившиеся стереолитографические и аналоговые модели wax-up, представлены на рисунке 46.



Рисунок 46- фотографии цифровой и аналоговой моделировки

С помощью силиконового ключа снятого с моделей, перенесли моделировку в полость рта пациента с помощью бис-акриловой самоотверждаемой пластмассы для временных реставраций «Structur» цвет А2.



Рисунок 47- фотографии с аналоговым макетом(первое фото) и цифровым (второе фото)

Пациентка оценила макеты временных зубов с помощью психологического опроса по результатам которого, макет созданный с помощью Exocad удовлетворил ее запрос больше, чем аналоговый метод моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во время выполнения данной ВКР, автором проанализированы и систематизированы полученные знания из современных, научных зарубежных и отечественных литературных источников. Анализ литературы, позволил понять механизм работы цифровых устройств и ПО, протокол использования цифрового дизайна, который мы применили на практике. Оценили результаты психологического восприятия разных методов моделирования.

На примере модуля Smile creator Exocad показали преимущества цифрового дизайна эстетических реставраций. Использование большего количества индивидуальных параметров в ПО дает нам возможность четко планировать все этапы работы и получать прогнозируемый результат реставрации.

Mock-up цифровой и аналоговой методики, пациенты могли оценить исходя из своих личных критериев эстетики, с помощью психологического опроса, по результатам которого вычислили, что цифровой метод моделирования понравился 71,4% исследуемым.

Также рассмотрели вопрос красоты улыбки с точки зрения математически достоверных данных. Мы посчитали и сравнили средние параметры, у исследуемых правило «золотой пропорции» было обнаружено только 23,8% случаев. Считается, что усредненные параметры необходимы для того, чтобы в деталях понимать из каких компонентов складывается полноценный анализ эстетики [M. Fradeani, 2008]. Ввиду высокой вариативности нормы и отдельных физиологических и морфологических признаков, наиболее эффективно использование индивидуальных параметров пациента, его личного запроса по форме и цвету зубов, соблюдения баланса между функциональностью и эстетикой.

ВЫВОДЫ

- 1) ПО Eхосad дает возможность в клинической практике оценить и спланировать будущую работу по следующим пунктам: морфологию зубов; совместить костные структуры с моделями для максимальной функциональности эстетической реставрации; сократить количество времени, необходимое для согласования работы с пациентом и зубным техником.
- 2) По результатам психологического опроса цифровой метод моделирования выбрали 71,4% исследуемых;
- 3) Рассмотрев количество публикуемых работ в промежутке 2017-2021 год удостоверились в повышении спроса к данной теме;
- 4) Рассчитав эстетические параметры с помощью математической модели «золотой пропорции» данное правило соблюдается у 23,8% исследуемых;
- 5) Используя фотопротокол в связке врач-зубной техник, мы убедились в важности его применения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Чтобы прогнозировать результат реставрации необходимо: правильно передавать исходные данные, соблюдать технологию снятия оттисков, как аналоговых, так и цифровых, правильно настраивать фотоаппарат, четко соблюдать дентальный Все это имеет решающее значение в восприятии и влияет на конечный результат работы, делает ее более прогнозируемой.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Андреас Эндер, Вернер Х. Мёрманн. CEREC 3D DESIGN. Компьютерное конструирование и изготовление (CAD/CAM) цельнокерамических вкладок, коронок и виниров. Компьютерное конструирование и изготовление. – Цюрих, 2005 г. – 258 с.
2. Антоник М.М. Технические характеристики CAD/CAM систем, применяющихся в работе интраоральной камеры / М.М. Антоник, И.Ю. Лебедеко, А.Д. Алиев и др. // Стоматология для всех. - 2008. - С. 30-32.
3. Антоник М., Шарова Е., Морозова И. Виртуальный Wax-up с принципами последовательной дезокклюзии зубов // Цифровая стоматология. – 2017. - № 2. – С. 64.
4. Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая. *Стоматология*. 2021;100(3):65-71.
5. Аванесов А. М., К. А. Аванесов, Дентальная фотография в вопросах и ответах 2013, <https://dentalmagazine.ru/>
6. Абакаров С.И., Баландина А.С., Сорокин Д.В., Аджиев К.С., CAD/CAM-системы в стоматологии: учебное пособие /; ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016. – 96 с.
7. Белоград М., Упрощенный фотопротокол для DSD и мотивационный проект. Часть 1., 2016 <https://belodent.org/article/maksim-belograd-uproshchennyu-foto-protokol-dlya-dsd-i-motivatsi>
8. Валерио Б. Эстетический цифровой дизайн улыбки (ЭЦДУ): визуальное 3D восприятие и пространственные морфологические показания. Часть 1. *Цифровая стоматология*. -№1 (8) - 2018 -С.83.

9. Галкин Д. С., Кобзева Ю.А., Цифровое планирование и восстановление улыбки при помощи программы Digital Smile System ЖУРНАЛ "ЦИФРОВАЯ СТОМАТОЛОГИЯ" ВЫПУСК №1 (8) – 2018. -С.75
- 10.Zt. Simon Naug Правильное моделирование..- М. «Медицинская пресса». – 2006. – С.65
- 11.Искендеров Р.М. Учёт материалов в стоматологии при использовании CAD/CAM-технологий. Стоматология. 2016;95(6-2):104-105.
- 12.Iskenderov RM.. Stomatologiya. 2016;95(6-2):104-105. (In Russ.).
- 13.Костюкова В.В., Сравнительное исследование различных систем для внутриротового цифрового сканирования зубных рядов 2017
- 14.Линченко И. В. Совершенствование стоматологических фрезерных станков, применяемых при изготовлении комбинированных протезов // Colloquium-journal. 2019. №25 (49).
- 15.Манак Т.Н., Ермаркевич М.И., Цифровой дизайн в планировании эстетического протезирования фронтальной группы зубов –Современная стоматология. -2016. - №3. – С. 63-65.
- 16.Мартьянов И.Н., Апресян С.В., Окулович А.В., Фотопротокол в современной стоматологии «Поли Медиа Пресс», - 2018. – С.80
- 17.Пачина Е. А. Сложные вопросы внутриротового фотографирования. - 26 февраля 2014. <https://dentalmagazine.ru/menedzhment/slozhnye-voprosy-vnutrirotovogo-fotografirovaniya.html>
- 18.Разуменко Г.П. Значение и место CAD/CAM технологий для отечественной ортопедической стоматологии // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №8-2.

- 19.Ряховский А.Н., Карапетян А.А., Аваков Г.С. Сравнительное исследование различных CAD\CAM -систем для изготовления каркасов несъемных зубных протезов. - Стоматология. – 2011.-№2.-С.57-61.
- 20.Успенская О.А., Плишкина А.А., Жданова М.Л., Горячева И.П., Богомолова Ю.Б. Роль цифровой дентальной фотографии в практике врача-стоматолога терапевта // Здоровье и образование в XXI веке. 2019. №9.
- 21.Щербаков В., Освещение в дентальной фотографии. Приёмы художественной съёмки, 2015. <https://dentalmagazine.ru/>
- 22.Юдина Н.А., Мамайко О.К. Фотография в стоматологии // Современная стоматология. 2015. №2 (61).
- 23.Ahmad I. Digital dental photography. Part 2: Purposes and uses. Br Dent J. 2009 May 9; 206(9): 459-64.
- 24.Arias DM, Trushkowsky RD, Brea LM, David SB. Treatment of the patient with gummy smile in conjunction with digital smile approach. Dental Clinics of North America. 2015;59:703-16
- 25.Benz C. Digital photography: exposures, editing images, and presentation. Int J Comput Dent. 2003 Jul;6(3):249-81. English, German. PMID: 14601188.
- 26.Goldstein RE. Esthetics in dentistry, Ed 2. Vol.1: principles, communication, threatment method's 1998:123-132.
- 27.Gurel G. Smile design, In: Gurel G (ed.) The Science and Art of Porcelain Laminate veneers. London: Quintessence, 2003:59-112.
- 28.Burchett PJ, Christensen LC. Estimating age and sex by using Color, form and alignment of anterior teeth 1988;59;175-179.
- 29.Carison J., Practical Occlusal Mastery. LVI, 1999

- 30.Charavet C, Bernard JC, Gaillard C, Gall M. Benefits of digital smile design (DSD) in the conception of a complex orthodontic treatment plan: a case report - proof of concept. *International Orthodontics*. 2019;17:573-9.
- 31.Casaglia A, DE Dominicis P, Arcuri L, Gargari M, Ottria L. Dental photography today. Part 1: basic concepts. *Oral Implantol (Rome)*. 2016 Jul 23;8(4):122-129. doi: 10.11138/orl/2015.8.4.122. PMID: 28042424; PMCID: PMC5159893.
- 32.Christensen G.J. The state of fixed prosthodontic impressions: room for improvement / G.J. Christensen // *Journal of the American Dental Association* (1939). - 2005. - Vol. 136. - №3. - P. 343-346.
- 33.Christensen GJ. Important clinical uses for digital photography. *J Am Dent Assoc*. 2005 Jan;136(1):77-9. doi: 10.14219/jada.archive.2005.0030. PMID: 15693500.
- 34.Coachman C. Digital Smile Design: A tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry/ C. Coachman, M. Calamita -2012.- Quintessence.- T.-35.- P. – 1-9.
- 35.Coachman C, Calamita MA, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2017.- T.35.- 183-93.
- 36.Cuperus A.M.R. Dental models made with an intraoral scanner: a validation study / A.M.R. Cuperus, M.C. Harms, F.A. Rangel et al. // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*. - 2012. - Vol. 142. - №3. - P. 308-313.
- 37.Domenico Massironi, Romeo Pascetta, Giuseppe Romeo. Precision in Dental Esthetics- 2006. - Quintessence publishing. - 464 pages.

38. Ender A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision / A. Ender, A. Mehl // The Journal of Prosthetic Dentistry. - 2013. - Vol. 109. - №2. - P. 121-128.
39. Fisher RD. The dynesthetic interpretation of the dentogenic concept. J Prosthet Dent 1958; 8; 558.
40. Frush JP, Fisher RD. How dentinogenics integrate the personality factor. J Prosthet Dent 1956; 6; 160–172.
41. Frush JP, Fisher RD. How dentinogenics integrate the sex factor. J Prosthet Dent 1956;6;160-172.
42. Jankelson R. A conversation with Dr. Robert Jankelson, Dental Practice Report, 2000.
43. Lahl C., Strietzel R.D. Процедура CAD\CAM: основные принципы и историческая справка. Зубной техник. 2010; 5: 16-24.
44. Lee JH, Kim SH, Han JS, Yeo ISL, Yoon HI. Contemporary full-mouth rehabilitation using a digital smile design in combination with conventional and computer-aided design/manufacturing restorative materials in a patient with bruxism. Medicine. 2019;98;p e18164.
45. Linden A., Utilising smile design software and. CAD/CAM for creating a mock-up and final restorations CDT, 2017
46. Mauro Fradeani, Giancarlo Barducci. Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics Volume 2 1st Edition - 2008. - Hardcover. - 600 pages.
47. Mauro Fradeani Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics Volume 1. – 2004. - Quintessence publishing. - 352 pages.
48. Mohammed Shaga. Multiple Diastema Closure Using 3D Digital Wax-up 25 January, 2021
49. McLaren EA. The 3-D communication of shade. Inside Dentistry. 2006; 2:92-93.

50. McLaren EA, Culp L, White S. The evolution of digital dentistry and the digital dental team. *Dent Today*. 2008 Sep;27(9):112, 114, 116-7. PMID: 18807959.
51. Meereis CTW, de Souza GBF, Albino LGB, Ogliari FA, Piva E, Lima GS. Digital smile design for computer-assisted esthetic rehabilitation: two-year follow-up. *Operative Dentistry*. 2016;41:13-22.
52. Kim S.-Y. Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging / S.-Y. Kim, M.-J. Kim, J.-S. Han et al. // *The International Journal of Prosthodontics*. - 2013. - Vol. 26. - №2. - P. 161-163.
53. Kalpana D, Rao SJ, Joseph JK, Kurapati SK. Digital dental photography. *Indian J Dent Res* 2018;29:507-12
54. Brix O., *Fascinating All Ceramics*. - Teamwork Media, 2013 ; ISBN,; Length, 292 pages.
55. Olitsky J. *Seven Worst Violations of Smile Design*, 2015
56. Omar D. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: a review of literature/ D.Omar, C. Duarte. -*The Saudi Dental Journal*. – 2018.- T.30, №1. – P.7-12.
57. Preston J. Comprehension and reproduction of esthetics. Presented at the 2 Italian Academy of Prosthetic Dentistry International Congress, Bologna, Italy, 11 november 1984.
58. Rufenacht CR. *Fundamentals of Esthetics*. Chicago: Quintessence, 1990:67-134.
59. Radi Masri; Carl F Driscoll. *Clinical applications of digital dental technology*, - 2015.
60. Rekow E.D. Dental CAD/CAM systems: a 20-year success story. *CAD/ CAM technology in restorative dental care* 2006;5S—6S.
61. Stefen Koubi. *Laminate Veneers*, Quintessence publishing. - 2020.

62. Schopp S., Meyer L. Eine grosse oder 100000 kleine Erfolgsgeschichten? *Dental Dialogue* 2005;2:26—30.
63. Shorey R, Moore KE. Clinical digital photography today: integral to efficient dental communications. *J Calif Dent Assoc.* 2009 Mar;37(3):175-7. PMID: 19830982.
64. Shagam J, Kleiman A. Technological updates in dental photography. *Dent Clin North Am.* 2011 Jul;55(3):627-33, x-xi. doi: 10.1016/j.cden.2011.02.016. Epub 2011 Apr 8. PMID: 21726696.
65. Touati B, Miara P., Nathanson D. *Esthetic Dentistry and ceramic restoration*, New York: Martin Dunitz, 1999:139-161.
66. Tak On T, Kois JC. Digital Smile Design Meets the Dento-Facial Analyzer: Optimizing Esthetics While Preserving Tooth Structure. *Compend Contin Educ Dent.* 2016 Jan;37(1):46-50. PMID: 26863220.
67. Bini V, Levrini L, Tieghi G, Invisalign ClinCheck and the Aesthetic Digital Smile Design Protocol. *J Clin Orthod.* 2015 Aug;49(8):518-24. PMID: 26332265.
68. Wagner IV, Carlsson GE, Ekstrand K, Odman P, A comparative study of assessment of dental appearance by dentists, dental technicians and laymen using computer-aided image manipulation. *Esthet Dent* 1996;8:199-205.