

*Алиева Севиндж Паша кызы, аспирант,
Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет им. акад. И.П. Павлова*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ: АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Аннотация: в статье анализируется отечественный и зарубежный опыт планирования подготовки полости рта к протезированию. В последнее время благодаря развитию компьютерных технологий появилась возможность виртуального 3D-моделирования конструкции протеза и дальнейшего его прототипирования [1; 2; 5]. Цифровое планирование лечения, основанное на процедурах трехмерной визуализации, позволяет планировать терапию с абсолютной точностью и делает результат лечения точно предсказуемым.

Анализ отечественного опыта показывает, что одной из наиболее распространенных в практике ортопедической стоматологии является программа Blue Sky Plan. Шаблоны, изготовленные в программе, легко экспортируются в STL-файлы и не требуют дополнительной обработки. Программа содержит широкий перечень систем имплантатов.

В зарубежной практике наибольшей популярностью пользуется управляемая хирургия от DENTSPLY Implants, которая предлагает комплексное решение для цифрового планирования лечения и размещения имплантатов на основе шаблонов программного обеспечения SIMPLANT.

Ключевые слова: 3D-моделирование, компьютерные технологии, моделирование протеза, подготовка к протезированию, программа Blue Sky Plan, ортопедическая стоматология, импланты XiVE® S, XiVE® TG, управляемая хирургия, DENTSPLY Implants

Введение

Сегодня наступила эра технологий, и различные цифровые технологии нашли широкое применение в различных областях деятельности человека, в том числе, и в медицине [8, 9]. Цифровые технологии раскрывают широкие возможности перед врачами различных специальностей. Они упрощают документооборот, ведение картотеки, записи пациентов, позволяют диагностировать заболевания, разрабатывать тактику лечения. В диагностических целях широко применяются радиовизиографы, компьютерные томографы, виртуальные артикуляторы, цифровая фотоаппаратура. Некоторые технологии позволяют моделировать процессы протезирования, позволяют имитировать отдельные клинические случаи, прогнозировать результаты лечения, протезирования.

Широкое применение находят цифровые технологии и в ортопедической стоматологии, имплантологии. Они позволяют создавать трехмерные модели зубов, зубных рядов, позволяют быстро и качественно подготовить ротовую полость пациента к протезированию, смоделировав необходимый протез [4, 5].

На сегодняшний день существует два подхода к планированию подготовки полости рта к протезированию: традиционный и компьютерный. Суть традиционного метода подготовки ротовой полости состоит в снятии оттисков с протезного ложа. При этом используются различного рода оттисковые материалы. Затем из полученного оттиска отливается гипсовая модель, затем производится

кюветирование моделей и их заливка по формам для дальнейшей вулканизации.

Однако в последнее время, благодаря интенсивному развитию компьютерного моделирования, процесс подготовки ротовой полости к протезированию существенно облегчился. Теперь появилась возможность сформировать 3D-модель будущего протеза виртуально. Затем производится прототипирование моделей [4, 5, 10].

Отечественный опыт

В настоящее время наиболее широкое применение находит компьютерное проектирование и изготовление протезов при помощи специального компьютерного оборудования, получившего название CAD/CAM. Разработка данных систем началась еще в 60-е годы XX столетия [1]. Именно в этот период были заложены основы данного метода, произведена классификация, дано определение основным понятиям и терминам. Были разработаны стандарты применения данных технологий ГОСТ 34.003-90 [2] и ГОСТ 23501.101-87 [3].

CAD (англ. computer-aided design/drafting) – технология, представляющая собой средства автоматизированного проектирования, тогда как под CAM (англ. computer-aided manufacturing) подразумевают средства, предназначенные для технологической подготовки производства полученных моделей.

Многими авторами неоднократно предпринимались попытки произвести сравнительный анализ традиционного метода планирования протезирования и компьютерного метода. Отмечаются аргументы как в пользу традиционного, так и в пользу

компьютерного метода. Наряду с преимуществами, каждый метод имеет свои недостатки. Тем не менее, в настоящее время большинство специалистов останавливает свой выбор именно на компьютерном моделировании как способе подготовки ротовой полости к протезированию. Это обусловлено рядом причин:

- снятие оптического оттиска становится менее затратным по времени;

- снятие оптического оттиска представляет собой бесконтактную методику, благодаря чему процедура становится менее болезненной, менее травматичной;

- снятие оттиска при помощи компьютерного моделирования существенно снижает давление на ткани, предотвращает натяжение тканей ложа. Это приводит к увеличению точности изображения;

- исключается вероятность искажения рельефа мягких тканей (при снятии традиционных оттисков рельеф искажается на 1-3 мм) [1, 5].

Последовательность процедуры такая: сначала снимается оптический оттиск (образуется 3D-модель), после этого техник приступает к моделированию пробной конструкции. При сравнении моделирования при помощи гипсовых и восковых моделей с компьютерными моделями, можно отметить, что компьютерное моделирование имеет ряд преимуществ. Тем не менее, большинство авторов приходит к выводу, что важно не то, каким методом пользуется врач, а то, насколько он им владеет. Ведь именно навыки и умение работать с теми или иными методами являются ведущими при определении результата исследования [1, 3].

Традиционное моделирование протеза рассматривается как трудоемкий процесс, который требует от техника не только технических навыков, но и знания анатомических особенностей протезируемого органа [4, 5, 6, 7]. Важным является также умение учитывать индивидуальные особенности каждого отдельного пациента. Только при таких условиях можно создать оптимальную форму для каждого конкретного случая.

При помощи компьютерного моделирования зубной техник может в процессе работы сразу видеть клиническую картину, оценивать и анализировать ее в динамике. Производится это за счет сканирования всей ротовой полости пациента, что позволяет ориентироваться на пропорции и положение зубов, основные характеристики ротовой полости. С учетом всех указанных параметров можно выстроить гармоничный протез [8].

К преимуществам данной методики можно отнести то, что при помощи компьютерной технологии есть возможность изготовить протезы, и создать базу данных пациентов. Это существенно расширяет возможности ортопедической стоматологии.

Можно использовать накопленные 3D-модели в качестве донорских моделей. Это ускоряет подготовку ротовой полости к протезированию для дальнейших пациентов. Также существенно экономится пространство медицинской организации, поскольку автоматически отпадает потребность в хранении большого количества гипсовых моделей [1, 2]. Еще одно преимущество состоит в том, что при помощи компьютерного моделирования можно производить повторное изготовление протеза без потерь в качестве и точности, что невозможно при изготовлении гипсовых моделей. Компьютерное моделирование существенно увеличивает скорость подготовки ротовой полости к протезированию. При сравнении было показано, что на изготовление протеза традиционными способами уходит от нескольких дней до недели, тогда как на компьютере моделирование составляет не более 2-3 часов [7].

Изготовление протеза с использованием методов компьютерного моделирования проходит в 4 этапа. На первом этапе необходимо получить 3D-информацию. Затем производится ее обработка и дальнейшее создание 3D-дизайна протеза. По готовому дизайну изготавливают протез в соответствии с теми формами и размерами, которые были получены в процессе моделирования.

На первом этапе могут быть использованы различные методы получения изображения. Основными методами являются методы компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Широкое распространение в последние годы получило лазерное сканирование. Компьютерная и магнитно-резонансная томография рассматриваются в качестве основных методов медицинского назначения. Они ориентированы на получение большого количества двумерных снимков [2, 8]. Им присваивается формат DICOM (Digital Imaging Communications in Medicine).

Снимки находятся на определенном расстоянии друг от друга [8]. Изображение весьма информативно и может иметь важную диагностическую значимость, однако оно непригодно для того чтобы осуществить компьютерное моделирование протеза. Для этого потребуются специальная программа. Чаще всего используются такие программы, как «3D-Doctor, Able Software Corporation, Lexington, MA». При помощи этих программ можно перевести изображение из формата DICOM в формат STL (Stereolithography). Данный формат выступает в качестве стандартного формата, позволяющего производить компьютерное моделирование и создавать трехмерные модели [2, 8].

Что касается информации, полученной путем лазерного сканирования, то она изначально подается в формате STL. Суть метода состоит в том,

что в сторону объекта направляется лазерный луч, который сканирует и анализирует поверхность. После этого сканер осуществляет тригонометрические расчеты, и высчитывает определенные параметры для каждой точки поверхности. Эти данные ложатся в основу дальнейшего моделирования протеза [1, 4]. Можно сказать, что изображение представляет собой множество точек, которые располагаются в соответствующем порядке.

В целом, вне зависимости от того, какой метод получения информации был выбран, в конечном итоге результатом должна стать качественная 3D-модель протезного ложа. Это дает основание технику перейти к созданию дизайна протеза. Может быть изготовлен собственно образец протеза, либо его негативная форма: Computer Aided Design и Rapid Prototyping. Суть данного образца состоит в том, что этот образец должен соответствовать протезному ложу. В случае необходимости полученный образец можно менять в соответствии с требованиями при помощи воска. Также изменения могут быть внесены путем паковки в негативную форму силиконовой массы.

Однако независимо от выбранного варианта средствами его достижения на сегодняшний день являются 5 технических методов [6]:

- stereolithography (STL, стереолитография),
- selective laser sintering (SLS, лазерное спекание),
- solid ground curing (SGC, отверждение на твердом основании),
- fused deposition modeling (FDM, нанесение термопластов),
- laminated object manufacturing (LOM, ламинирование, моделирование при помощи склейки).

Каждая методика дает возможность получить удовлетворительные результаты. Ряд авторов указывает на то, что наиболее эффективным следует признать метод лазерного спекания. Это один из наиболее точных и быстрых методов [2, 4, 8, 10].

Все системы компьютерного моделирования представлены тремя основными компонентами. В них обязательно входят модули для сканирования, модули для проектирования, а также модули автоматизированного изготовления [9].

Модуль для сканирования представляет собой способ получения цифровых параметров отдельных объектов из ротовой полости. В первую очередь этот модуль позволяет оценить геометрические показатели протезного поля и состояние зубов-антагонистов. Для этого применяются различные виды сканеров. В результате сканирования образуется цифровой слепок (digital impression). При использовании оптического сканера результатом является оптический слепок.

CAD – модуль представлен пакетом программного обеспечения, в котором представлен набор функций для обеспечения трехмерной визуализации полученной информации. При помощи данного модуля можно спроектировать виртуальный протез в соответствии с параметрами протезного поля. Также учитываются анатомо-функциональные характеристики.

CAM – модуль представляет собой модуль, ориентированный на изготовление протеза. В основном это фрезерные модули, которые направлены на обработку стандартных заготовок и реализацию дизайна протеза. При этом используются станки с числовым программным управлением.

Каждому из указанных модулей соответствует определенный этап подготовки ротовой полости к протезированию:

- получение цифрового слепка, который представляет собой регистрацию комплекса цифровых параметров интересующих нас объектов. С этой целью используются сканеры или дигитайзеры, применяющие контактные и бесконтактные методы измерения профиля поверхности;

- обработка и преобразование полученной цифровой информации, реконструкция поверхности зубов на мониторе, конструирование виртуальной модели протеза;

- автоматизированное изготовление протеза.

Основные модули системы компьютерного моделирования соответствуют этапам производства протеза [10].

При помощи компьютерного моделирования и использования шаблонов можно достичь высокой точности установки дентальных протезов. Также результаты ортопедического лечения будут более точными и предсказуемыми. Тем не менее, в настоящее время не многие врачи применяют методику компьютерного моделирования в своей работе. Это обусловлено тем, что не все врачи владеют навыками работы в подобных программах. Также подобные методики не применяются многими в связи с высокой стоимостью оборудования, предназначенного для изготовления шаблонов.

Одной из наиболее распространенных в практике ортопедической стоматологии является программа Blue Sky Plan. Она представляет собой современное программное обеспечение, направленное на компьютерное планирование протезирования полости рта. Шаблоны, изготовленные в программе, легко экспортируются в STL-файлы и не требуют дополнительной обработки. Программа содержит широкий перечень систем имплантатов [8]. Кроме того, на сайте есть бесплатная версия данной программы, что позволяет решить проблему высокой стоимости.

Как показывает практика, при условии правильного применения компьютерного моделирования в практике врача стоматолога (ортопеда), можно существенно улучшить качество протезирования, а также ускорить процесс подготовки ротовой полости к протезированию. Результаты будут более точными и предсказуемыми. Можно снизить риски и сократить вероятность развития осложнений в связи с возможностью прогнозирования результатов лечения, моделирования клинической ситуации в динамике. Установка тела импланта будет более точной, что существенно снижает риски и осложнения. Сканирование, проведенное перед операцией, позволяет своевременно выявить расположение костных структур, мягких тканей, витальных структур, подобрать оптимальное положение конструкции. Также компьютерное моделирование позволяет оценить ситуацию заранее, в предоперационном периоде, что снижает потребность в принятии экстренных решений во время самой операции, поможет предотвратить многие не желаемые последствия.

Зарубежный опыт

Наиболее популярной технологией в зарубежных странах является концепция TempBase для XiVE. Уникальная концепция TempBase для XiVE позволяет во многих случаях восстанавливать высококачественный временный протез в максимально короткие сроки. Немедленная загрузка имплантатов также возможна при подходящих условиях.

Многофункциональная база FRIADENT TempBase устанавливается как головка для размещения на всех имплантатах XiVE S. Она также предназначена для использования в качестве вре-

менного абатмента, к которому можно прикрепить временную реставрацию без замены компонентов, то есть без дополнительного риска [10].

При проведении протезирования посредством рассматриваемых технологий необходимо:

- Индексировать слепок с помощью TempBase Cap сразу после имплантации
- Изготовить высококачественный, точно установленный временной зубной протез в лаборатории для доставки сразу после вскрытия имплантата.

Одностадийная процедура:

- Изготовление высококачественного временного зубного протеза на имплантатах с колпачком TempBase в кресле сразу после установки. Протезы FRIADENT устанавливают новые стандарты в стоматологической практике и зуботехнической лаборатории уже почти 20 лет.

Диапазон четко классифицирован и имеет цветовую кодировку. Запатентованное глубокое внутреннее шестигранное соединение между имплантатом и абатментом обеспечивает надежное соединение и минимизирует микроперемещения между имплантатом и абатментом. Широкий ассортимент готовых компонентов для восстановления протезов на имплантатах XiVE S даже в самых сложных случаях доступен в линейке протезов FRIADENT – с диаметрами имплантатов, различной высотой десны, прямыми и угловыми [11].

Специальные протезные компоненты XiVE TG доступны для протезного восстановления трансгингивальных имплантатов XiVE TG. Диаметр протеза одинаков для всех диаметров имплантатов (табл. 1 и табл. 2).

Таблица 1

Характеристика XiVE S

XiVE S	Одиночные зубные коронки	Фиксированные мосты	Съемный протез
FRIADENT Esthetic Base	X	X	-
FRIADENT CERCON Abutment	X ¹	-	-
FRIADENT CeraBase	X ²	-	-
FRIADENT AuroBase	X	X	X
FRIADENT MP Abutments	-	X ²	X ²
FRIADENT Ball Attachment	-	-	X ^{2,3}
FRIADENT Telescopic Abutments	X	-	X
XiVE TitaniumBase	X	-	-
XiVE LOCATOR	-	-	X

Таблица 2

Характеристика XiVE TG

XiVE TG	Одиночные зубные коронки	Фиксированные мосты	Съемный протез
XiVE TG Abutment	X	X	-
XiVE TG AuroBase	X	X	-

Продолжение таблицы 2

XiVE TG Waxing Sleeve	-	X	-
XiVE TG Bar Coping	-	-	X
XiVE TG Ball Attachment	-	-	X ¹

Планирование лечения основано на всесторонней консультации с пациентом, которая используется для точного определения ожиданий пациента, выявления любых возможных противопоказаний и для подробного объяснения плана лечения пациенту. Затем следует сбор полной общей и специфической истории болезни и постановка внутриворотного диагноза с анализом исходной анатомической ситуации [10].

Важно проанализировать следующие пункты:

- История болезни
- Общий диагноз – исключение противопоказаний
- Консультация специалиста по факторам риска
- Детальный внутриворотной диагноз (диагноз PAR, функциональное обследование, причины потери зуба, оценка старого зубного протеза, общее рентгенологическое обследование).

План лечения может быть подготовлен после обследования и оценки всей диагностической документации. План будет включать следующее:

- Предпротезное планирование
- Хирургическое планирование
- График проведения процедуры
- График расходов

Точное планирование каждой имплантологической процедуры имеет важное значение для долгосрочного успеха имплантата. Процесс планирования определяет все действия и перечисляет альтернативы, которые могут удовлетворить ожидания пациента в отношении функции и эстетики реабилитации имплантата и протеза.

Показания к применению XiVE® S и XiVE® TG. Имплантаты XiVE обеспечивают отличное восстановление протеза по всем хирургическим показаниям. Импланты XiVE особенно хороши

в следующих ситуациях:

- прививка не нужна или не указана, например, атрофированный альвеолярный отросток, множественные имплантационные реставрации в задних отделах
- Цилиндрическая конструкция имплантата дает преимущества – особенно в области боковых зубов
- Требуется максимальное использование местной кости: длина имплантата от 8 мм до 18 мм.
- Высокая первичная стабильность требуется для немедленного функционирования имплантатов

- Планируется немедленная установка имплантата или отложенная немедленная установка имплантата.

Показания для XiVE® S. Двухкомпонентные имплантаты XiVE S позволяют проводить заживление под водой или проводить односеансовую процедуру, возможно, с изготовлением высококачественного временного протеза с помощью XiVE TempBase во время установки имплантата.

XiVE S идеален в таких ситуациях, как [12]:

- ограничение межальвеолярного объема: наименьший диаметр имплантата D 3,0
- Требуются временные и окончательные компоненты для простого и быстрого восстановления протеза
- Все варианты протезирования должны быть оставлены открытыми.
- Необходимо выбрать анатомически адаптированные диаметры.

Показания специально для XiVE® TG. XiVE TG – это однокомпонентная трансгингивальная опция для таких ситуаций, как:

- Однокомпонентный дизайн имплантата трансгингивального является разумным
- Одностадийная имплантационная реставрация является предпочтительной

Планирование традиционного лечения. Планирование предпротезирования у зубного техника является наиболее важным фактором для эстетического и функционального успеха процедуры имплантации. Целью является наилучшее зубочистное размещение имплантатов. Во время первого сеанса планирования с пациентами делаются впечатления, которые будут использоваться в качестве основы для лабораторных диагностических средств. Проведена диагностика планового восстановления протеза.

Готовится термоформованная шина с рентгенографическими шариками, которые могут быть точно перемещены во рту пациента. Впоследствии он может быть изменен на традиционно изготовленный хирургический шаблон. Предпротезное планирование упрощается с помощью ДРУГОГО [10; 12].

Общие противопоказания для стоматологических и хирургических процедур должны быть приняты во внимание при выборе пациентов. Они включают:

- Снижение свертываемости крови, такое как антикоагулянтная терапия, врожденные или приобретенные нарушения свертываемости

- Проблемы с заживлением ран или регенерацией костей, такие как неконтролируемый сахарный диабет, злоупотребление табаком, наркотиками и алкоголем, метаболические заболевания, которые могут повлиять на заживление ран и регенерацию костей.

- Иммунодепрессивная терапия, такая как химиотерапия и лучевая терапия

- Инфекции и воспаления в полости рта, такие как пародонтит, гингивит

- Необработанные парафункциональные расстройства, такие как бруксизм

- Плохая гигиена полости рта

- Отсутствие мотивации для полной оральной реабилитации

- Плохая окклюзия и / или артикуляция и неадекватное межокклюзионное расстояние

- Недостаточный объем кости или мягких тканей

Побочные эффекты

Следующие побочные эффекты хирургических процедур могут включать в себя:

- Временные локальные отеки, отеки, гематомы

- Временное ограничение чувствительности и функции жевания

Цифровое планирование лечения, основанное на процедурах трехмерной визуализации, позволяет планировать терапию с абсолютной точностью и делает результат лечения точно предсказуемым.

Управляемая хирургия от DENTSPLY Implants предлагает комплексное решение для цифрового планирования лечения и размещения имплантатов на основе шаблонов на основе программного обеспечения SIMPLANT, которое используется во всем мире. Преимущества перед обычным планированием включают [12]:

- Безопасное трехмерное планирование в диапазоне миллиметров и со ссылкой на желаемое восстановление

- Автоматический контроль столкновений, который указывает на неадекватные просветы между имплантатами или нервом (нижний альвеолярный нерв)

- Информация о качестве кости имплантата для точных выводов о вероятной первичной стабильности.

Специальное руководство SIMPLANT SAFE Guide изготавливается с помощью стереолитографии с использованием данных цифрового планирования. Это гарантирует, что планирование будет полностью и точно перенесено в рот пациента с высочайшей степенью удобства, даже в задней области, благодаря уникальному боковому доступу направляющей сверла.

Сверла с направляющей гильзой, прикрепленной к инструменту, которые были специально разработаны для установки имплантатов с шаблоном и SIMPLANT с использованием точных направляющих в шаблоне (система Рукав-на-Сверле), обеспечивают точную передачу запланированного положения имплантата и надежное размещение имплантаты [11, 12].

Заключение

В последнее время, благодаря развитию компьютерных технологий, появилась возможность виртуального 3D-моделирования конструкции протеза и его дальнейшего прототипирования [1; 2; 5]. Мы проанализировали отечественный и зарубежный опыт использования компьютерных технологий для подготовки полости рта к протезированию. Общим как в отечественной, так и в зарубежной практике являются этапы подготовки полости рта. Основными этапами подготовки полости рта к протезированию с помощью компьютерных технологий являются: получение цифрового впечатления; обработка и преобразование полученной цифровой информации; построение виртуальной модели протеза; автоматизированное производство протезов.

Различия в основном в программном обеспечении. Одной из самых распространенных в практике ортопедической стоматологии является программа Blue Sky Plan. Сделанные в программе шаблоны легко экспортируются в файлы STL и не требуют дополнительной обработки. Программа содержит широкий спектр систем имплантатов.

В зарубежной практике наиболее часто используется имплантация зубов DENTSPLY. Преимущества по сравнению с обычным планированием включают в себя:

- Безопасное трехмерное планирование в диапазоне миллиметров и со ссылкой на желаемое восстановление.

- Автоматический контроль столкновений, который указывает на неадекватные промежутки между имплантатами или нервом (нижний альвеолярный нерв)

- Информация о качестве костного имплантата для точных выводов о вероятной первичной стабильности.

- Обеспечение того, чтобы планирование полностью и точно передавалось в рот пациента с максимальной степенью удобства, даже в области спины, благодаря уникальному боковому доступу направляющей дрели.

- Точный перенос запланированного положения имплантата и обеспечение надежного размещения имплантата.

Литература

1. Арутюнов С.Д. Одонтопрепарирование при лечении винирами и керамическими коронками. М.: Молодая гвардия. 2008. 135 с.
2. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология // Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения.
3. ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения», РД 250-680-88 // Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.
4. Ибрагимов Т.И., Большаков Г.В., Габучян А.В. Современные методы изучения окклюзионной поверхности зубов // Сборник трудов IX Всерос. науч.-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии» по единой тематике «Пути повышения качества стоматологической помощи». М., 2012. С. 94 – 96.
5. Применение свойств виртуального артикулятора в клиническом планировании и контроле одонтопрепарирования / Т.И. Ибрагимов, Г.В. Большаков, А.В. Габучян, В.А. Князь // Сборник трудов IX Всерос. науч.-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии» по единой тематике «Пути повышения качества стоматологической помощи». М., 2012. С. 96.
6. Малюх В.Н. Введение в современные САПР // Курс лекций. М.: ДМК Пресс, 2010. 192 с.
7. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 430 с.
8. Полховский Д.М. Применение компьютерных технологий в стоматологии // Современная стоматология. 2008. №1. С. 24 – 27.
9. Ряховский, А.Н. Цифровая стоматология. М.: ООО «Авантис». 2010. 282 с.
10. Miyazaki T.D., Hotta Y., Kunii J. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience // Dental materials Journal. 2009. Vol. 28. №1. P. 544 – 566.
11. Rosentiel S.F., Land M.F., Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th edition. Mosby Elsevier, 2006. 1130 p.
12. Nallaswamy D. Textbook of prosthodontics. Jaypee brothers. New Deli, 2007. 844 p.

References

1. Arutyunov S.D. Odontopreparirovanie pri lechenii vinirami i keramicheskimi koronkami. M.: Molodaya gvardiya. 2008. 135 s.
2. GOST 34.003-90 Informacionnaya tekhnologiya // Kompleks standartov na avtomatizirovannye sistemy. Terminy i opredeleniya.
3. GOST 23501.101-87 «Sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya. Osnovnyye polozheniya», RD 250-680-88 // Metodicheskie ukazaniya. Avtomatizirovannye sistemy. Osnovnyye polozheniya.
4. Ibragimov T.I., Bol'shakov G.V., Gabuchyan A.V. Sovremennyye metody izucheniya okklyuzionnoj poverhnosti zubov // Sbornik trudov IX Vseros. nauch.-prakt. konf. «Obrazovanie, nauka i praktika v stomatologii» po edinoj tematike «Puti povysheniya kachestva stomatologicheskoy pomoshchi». M., 2012. S. 94 – 96.
5. Primenenie svojstv virtual'nogo artikulyatora v klinicheskom planirovanii i kontrole odontopreparirovaniya / T.I. Ibragimov, G.V. Bol'shakov, A.V. Gabuchyan, V.A. Knyaz' // Sbornik trudov IX Vseros. nauch.-prakt. konf. «Obrazovanie, nauka i praktika v stomatologii» po edinoj tematike «Puti povysheniya kachestva stomatologicheskoy pomoshchi». M., 2012. S. 96.
6. Malyuh V.N. Vvedenie v sovremennyye SAPR // Kurs lekciy. M.: DMK Press, 2010. 192 s.
7. Norenkov I.P. Osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya: ucheb. dlya vuzov. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2009. 430 s.
8. Polhovskij D.M. Primenenie komp'yuternyh tekhnologij v stomatologii // Sovremennaya stomatologiya. 2008. №1. S. 24 – 27.
9. Ryahovskij, A.N. Cifrovaya stomatologiya. M.: ООО «Avantis». 2010. 282 s.
10. Miyazaki T.D., Hotta Y., Kunii J. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience // Dental materials Journal. 2009. Vol. 28. №1. P. 544 – 566.
11. Rosentiel S.F., Land M.F., Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th edition. Mosby Elsevier, 2006. 1130 p.
12. Nallaswamy D. Textbook of prosthodontics. Jaypee brothers. New Deli, 2007. 844 p.

*Alieva Sevindzh Pasha kzy, Postgraduate,
I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University*

COMPUTER SIMULATION OF THE IMPLANTATION: ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

Abstract: the article analyzes the domestic and foreign experience of planning the preparation of the oral cavity for prosthetics. Recently, thanks to the development of computer technologies, the possibility of virtual 3D-modeling of the prosthesis design and its further prototyping has appeared [1; 2; 5]. Digital treatment planning, based on three-dimensional imaging procedures, allows planning therapy with absolute precision and making the result of treatment accurately predictable.

Analysis of domestic experience shows that one of the most common in the practice of prosthetic dentistry is the program Blue Sky Plan. Templates made in the program are easily exported to STL files and do not require additional processing. The program contains a wide range of implant systems.

In foreign practice, guided surgery from DENTSPLY Implants is the most popular, which offers a comprehensive solution for digital planning of treatment and placement of implants based on templates of SIMPLANT software.

Keywords: 3D modeling, computer technologies, prosthesis modeling, preparation for prosthetics, Blue Sky Plan program, orthopaedic dentistry, implants XiVE® S, XiVE® TG, guided surgery, DENTSPLY Implants