

ВОКУЛОВА Юлия Андреевна

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛГОРИТМОВ
ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ЧАСТИЧНОЙ И ПОЛНОЙ ПОТЕРИ ЗУБОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре ортопедической стоматологии и ортодонтии.

Научный консультант

доктор медицинских наук, профессор,

заслуженный работник высшей школы РФ **Жулев Евгений Николаевич**

Официальные оппоненты:

Абакаров Садулла Ибрагимович, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный врач РФ, лауреат Государственной премии РФ, ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, декан стоматологического факультета;

Булычева Елена Анатольевна доктор медицинских наук, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, профессор кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии;

Постников Михаил Александрович, доктор медицинских наук, доцент, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е. А. Вагнера Минздрава России.

Защита диссертации состоится «___» _____ 2023 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета (21.2.071.01) на базе ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России по адресу: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России и на сайте www.tvgmu.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2023 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, доцент

Мурга Владимир Вячеславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Цифровые технологии повсеместно вошли во все сферы жизни современного общества. Цифровизация — это неотъемлемая часть государственной политики нашей страны. Внедрение цифровых технологий в медицину относится к 1980–1990 гг., но особое место они заняли в стоматологии, что объясняется как возможностью достижения более высокой оптимизации методов обследования и диагностики, так и применения более эффективных способов изготовления зубных протезов и лечения.

Первые теоретические исследования о возможности использования автоматизированных систем в ортопедической стоматологии были проведены в 1973–1975 гг. Прототипы же стоматологических CAD/CAM систем были предложены в середине 1980-х годов несколькими независимыми группами ученых. Первооткрывателями в этой области считаются Anderson R. W. (Procera, 1983), Moermann W. H. и Brandestini M. (Cerec, 1985), Duret F. и Termoz C. (1985), Rekow (DentiCAD, 1987).

Планирование и ведение реабилитации пациентов является важным и ответственным этапом стоматологического лечения. Для его успешной реализации в клиническую практику внедряются различные системы электронного оформления медицинской документации [Мартьянов И. Н. с соавт., 2018; Трунин Д. А. с соавт., 2022], цифровые технологии виртуального моделирования дизайна улыбки и лица [Апресян С. В. с соавт., 2021; Золотарёв Н. Н. с соавт., 2021; Ряховский А. Н. с соавт., 2021; Coachman C. et al., 2017; Omar D. et al., 2018;]. Цифровой анализ дает возможность детально изучать характер и локализацию окклюзионных контактов, что невозможно изучить с помощью артикуляционной бумаги, спрея или восковых окклюдограмм [Булычева Е. А. с соавт., 2015; Янушевич, О. О. с соавт., 2015; Саакян М. Ю. с соавт., 2020].

В различных специальностях стоматологии эффективно используется конусно-лучевая компьютерная томография [Постников М. А. с соавт., 2019; Успенская О. А., 2020; Рogaцкин Д. В., 2021; Лебеденко И. Ю. с соавт., 2022]. Для визуализации морфологических нарушений структур ВНЧС активно используется

метод магнитно-резонансной томографии (МРТ) [Гажва С. И. с соавт., 2017; Комолов И. С. с соавт., 2018; Мамедов Ад. А. с соавт., 2019].

Применение электронной аксиографии и цифровой кинезиографии позволило записывать движения мышечков височно-нижнечелюстных суставов, смещения суставного диска, определять дисбаланс в работе жевательных мышц, гипер- и гипомобильность ВНЧС [Персин Л. С. с соавт., 2019; Пантелеев В. Д. с соавт., 2014; Арутюнов С. Д. с соавт., 2019; Мамедов Ад. А. с соавт., 2019; Дубова Л. В. с соавт., 2020; Лебеденко И. Ю. с соавт., 2022].

Внедрение в последние годы внутриротовых сканеров позволило получать цифровые аналоги оттисков и рабочих моделей с помощью субтрактивного и аддитивного методов. Субтрактивный метод основан на компьютерном моделировании и изготовлении протезов на фрезерно-шлифовальном станке [Абакаров С. И., 2016 и др.]. Аддитивное производство (3D-печать) — процесс послойного создания трехмерных объектов на основе их цифровых моделей [Кушнир Н. В. с соавт., 2015; Шустова В. А. с соавт., 2016; Шкуро А. Е. с соавт., 2017; Карякин Н. Н. с соавт., 2019].

Таким образом, анализ специальной литературы показывает, что наряду с широким внедрением цифровых устройств в клиническую практику до сих пор мало научных публикаций, посвященных сравнительной оценке эффективности ортопедических конструкций, изготовленных с помощью традиционных технологий, 3D-принтеров и фрезерно-шлифовальных станков. Противоречивы данные по изучению сравнительной размерной точности зубных протезов, полученных с применением цифровых и традиционных технологий. Требуют уточнения данные о краевом и внутреннем прилегании несъемных протезов, изготовленных с применением аддитивного и субтрактивного методов. Отсутствуют данные о реакции краевого пародонта и слизистой оболочки протезного ложа на протезы, изготовленные цифровым методом.

До сих пор не разработаны алгоритмы персонализированных методов планирования и ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов, что является наиболее приоритетным направлением для их внедрения в клиническую практику. К ним, прежде всего, относятся методики оценки эф-

фективности ортопедического лечения, оценки состояния пародонта и коррекции окклюзии, определения показаний и планирования тактики ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов, оценки точности установки детальных имплантатов и др.

Остается не изученной результативность сочетанного применения цифровых технологий изготовления протезов и персонафицированных цифровых методов ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов. Без должного внимания остаются и вопросы медико-экономического обоснования применения цифровых технологий изготовления зубных протезов. Все вышеизложенное определяет высокую актуальность и социальную значимость настоящего исследования по этой весьма важной и многоплановой социальной проблеме.

Степень разработанности темы исследования. Анализ научной литературы показывает, что при изучении применения цифровых технологий в ортопедической стоматологии особое внимание авторами уделялось сравнению размерной точности цифровых и традиционных оттисков [Имбрулья М. с соавт., 2018; Розов Р. А. с соавт., 2020; Nedelcu R. et al., 2014]. Так по данным Е. Н. Жулева с соавт. (2016, 2017) цифровой оттиск, полученный с помощью внутриротового сканера iTero Cadent (США) обладает большей размерной точностью в сравнении с полиэфирным оттиском, полученным одноэтапным однослойным методом. Кроме того, авторы пришли к выводу, что сканирование гипсовых моделей в лабораторном оптическом сканере точнее, чем сканирование оттисков, по которым эти модели были изготовлены.

Цифровые технологии, прежде всего, направлены на повышение качества краевого и внутреннего прилегания и размерной точности несъемных протезов. В этом направлении было выполнено несколько исследований [Тетерин А. И, 2016; Kim K. V. et al., 2014; Munoz S. et al., 2017; Shamseddine L. et al., 2017; Yeon Jang et al., 2018; Taha D. et al., 2019]. Вместе с тем выводы и результаты, к которым пришли авторы, оказались противоречивыми, а используемые методики были не всегда корректны, что требует проведения дополнительных исследований в этом направлении.

Требуют уточнения неоднозначные данные, полученные авторами о клинической эффективности применения несъемных протезов, изготовленных с приме-

нением цифровых технологий [Boeckler A. F. et al, 2009, 2010; Панахов Н. А. с соавт., 2019].

Отдельные исследования посвящены изучению изменения показателей десневой жидкости при применении несъемных протезов, изготовленных традиционным методом [Мухамедов Ш. Ш. с соавт., 2014; Вавилова Т. П. с соавт., 2019; Ахметов С. Е., 2021]. Однако до сих пор отсутствуют данные о реакции пародонта опорных зубов на протезы, изготовленные с применением цифровых технологий.

В специальной литературе имеются описания лишь отдельных клинических случаев применения съемных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий [Liu Y. F. et al., 2017; Janeva N. et al., 2017; Unkovskiy A. et al., 2019]. Научных же публикаций по изучению их размерной точности и клинической эффективности крайне мало, однако и они достаточно противоречивы и требуют более детальных исследований [Трезубов В. Н., Булычева Е. А. с соавт., 2017; Апресян С. В. с соавт., 2020; Hu Chen et al., 2015; Goodacre B. J. et al., 2016; Al Helal A. et al., 2017; Hu F. et al., 2019; Soltanzadeh P. et al., 2019; Tasaka A. et al., 2020].

Известно, что инфракрасная термометрия достаточно широко используется при обследовании больных с заболеваниями челюстно-лицевой области [Дурново Е. А. с соавт., 2014], для оценки течения раневого процесса после оперативного вмешательства [Беспалова Н. А. с соавт., 2020], оценки состояния тканей пародонта [Саакян М. Ю., с соавт., 2016; Жулев Е. Н. с соавт., 2020], жевательных мышц и височно-нижнечелюстных суставов [Вельмакина И. В., 2016]. Однако данных о применении этого метода для изучения состояния слизистой оболочки протезного ложа под съемными протезами, изготовленными по цифровой технологии, до сих пор нет.

Возможность отклонения между планируемым и фактическим положением имплантата, установленного с применением навигационного хирургического шаблона, отмечали многие исследователи [Сухарский, И. И., 2013; Cassetta M. et al., 2014; Voyoung Ma et al., 2018]. Однако диапазон угловых и линейных отклонений при этом оказался крайне вариабелен, зависел от вида фиксации шаблона и методики расчета отклонений, что также требует дополнительного изучения.

В научной литературе имеются лишь отдельные исследования, посвященные медико-экономическому обоснованию применения цифровых технологий при ортопедическом стоматологическом лечении [Искендеров Р. М. с соавт., 2017; Апресян С. В., 2020; Эртесян А. Р. с соавт., 2020]. Однако эти работы носят узконаправленный характер и не охватывают весь спектр ортопедических вмешательств.

Цель исследования: с помощью экспериментально-клинических методов исследования изучить преимущества цифровых технологий и разработать новые алгоритмы персонализированного ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ эффективности цифровых технологий при изготовлении рабочих моделей челюстей, временных и постоянных несъемных и базисов съемных протезов.
2. Провести сравнительный анализ внутреннего и краевого прилегания искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий.
3. Разработать персонализированную методику оценки эффективности ортопедического стоматологического лечения.
4. Разработать алгоритм персонализированной методики определения показаний к применению мостовидных протезов.
5. Разработать индекс потери окклюзионных контактов и персонализированную методику коррекции окклюзии зубных рядов.
6. Провести клиническую оценку эффективности применения искусственных коронок и мостовидных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий.
7. Изучить состояние пародонта опорных зубов посредством определения количества и pH десневой жидкости при ортопедическом лечении пациентов с применением несъемных протезов, изготовленных цифровым методом.
8. Провести сравнительную оценку эффективности цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом).

9. Изучить с помощью инфракрасной термометрии состояние слизистой оболочки протезного ложа под съёмными протезами, изготовленными по цифровой технологии.
10. Разработать цифровую персонифицированную методику определения топографии нейтральной зоны протезного ложа беззубой челюсти.
11. Разработать цифровую персонифицированную методику оценки точности установки зубных имплантатов.
12. Изучить эффективность сочетанного применения персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов.
13. Провести экономическое обоснование использования ортопедических конструкций, полученных с помощью цифровых технологий.

Научная новизна. Получены новые данные об эффективности цифровых технологий при изготовлении рабочих моделей челюстей, временных и постоянных несъёмных и базисов съёмных протезов.

Получены новые данные о внутреннем и краевом прилегании искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий.

Впервые разработана персонифицированная методика оценки эффективности ортопедического стоматологического лечения.

Разработана новая персонифицированная методика и программа для ЭВМ по определению показаний к применению мостовидных протезов.

Разработаны индекс потери окклюзионных контактов и персонифицированная методика коррекции окклюзии зубных рядов.

Получены новые данные об эффективности применения искусственных коронок и мостовидных протезов, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий.

Впервые изучена реакция краевого пародонта на несъёмные протезы, изготовленные с помощью цифровых технологий, посредством определения количества и pH десневой жидкости.

Впервые проведена сравнительная оценка клинической эффективности цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением частичных съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом).

Впервые с помощью инфракрасной термометрии изучено состояние слизистой оболочки протезного ложа под съемными протезами, изготовленными с применением цифровых технологий.

Впервые разработана и внедрена цифровая персонифицированная методика определения топографии нейтральной зоны протезного ложа беззубой челюсти.

Разработана новая цифровая персонифицированная методика и программа для ЭВМ по оценке точности установки дентальных имплантатов.

Впервые изучена эффективность сочетанного применения цифровых персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов.

Получены новые данные об экономическом обосновании изготовления ортопедических конструкций, полученных с помощью традиционных и цифровых технологий.

Теоретическая и практическая значимость работы. Изготовление временных искусственных коронок, каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, металлокерамических искусственных коронок, титановых и циркониевых каркасов мостовидных протезов, изготовленных с применением цифровых технологий, позволяет существенно улучшить показатели размерной точности, краевого и внутреннего прилегания несъемных протезов. Применение аддитивных цифровых технологий дает возможность получать фотополимерные рабочие модели челюстей и каркасы частичных съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом) более высокой точности в сравнении с традиционными технологиями.

Определение количества и pH десневой жидкости способствует выявлению степени влияния несъемных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий, на состояние тканей краевого пародонта опорных зубов.

Применение инфракрасной термометрии позволяет изучить степень влияния съемных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий, на состояние слизистой оболочки протезного ложа.

Применение предложенной персонифицированной методики лечения пациентов с окклюзионными нарушениями [патент № 2784783 «Способ оценки окклюзионных взаимоотношений зубных рядов» от 29.11.2022] позволяет усовершенствовать алгоритм количественной оценки окклюзионных контактов и определения показаний к ортопедическому лечению, визуально оценивать равномерность распределения окклюзионных контактов, выявлять преждевременные контакты, эффективно проводить избирательное пришлифовывание зубов и оценивать его качество с целью нормализации межокклюзионного взаимодействия естественных и искусственных зубов. Использование «Индекса потери окклюзионных контактов» до и после ортопедического лечения позволяет контролировать его клиническую эффективность.

Разработанная методика «Индексной оценки эффективности стоматологического ортопедического лечения» [свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611371 от 19.01.2023] позволяет повысить результативность и автоматизировать процесс экспертизы оценки результатов ортопедического лечения пациентов с дефектами твердых тканей зубов, частичной и полной потерей зубов.

Разработанная «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов» [свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611030 от 16.01.2023] обеспечивает автоматизированный процесс оценки клинической картины и планирования ортопедического лечения с учетом многофакторного анализа выносливости пародонта.

Разработанная персонифицированная методика «Проверки точности установки дентальных имплантатов» [свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665044 от 17.09.2021] способствует повышению точности установки дентальных имплантатов.

Применение персонифицированной методики определения топографии нейтральной зоны протезного ложа беззубой челюсти [патент № 2792389 «Способ изготовления индивидуальной оттисковой ложки беззубой челюсти» от 21.03.2023] повышает точность функционального оттиска, улучшает фиксацию протеза и в целом

способствует повышению эффективности ортопедического лечения больных с полным отсутствием зубов.

Сочетанное применение цифровых персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов способствует повышению результативности ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов.

Использование данных об экономической эффективности цифровых технологий позволяет финансово грамотно планировать ортопедическое лечение при дентальных дефектах, частичной и полной потере зубов.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование включает экспериментальный и клинический разделы. Проведение клинического этапа исследования одобрено локальным Этическим комитетом Приволжского исследовательского медицинского университета (выписка из протокола № 10 от 24 июня 2022 г.).

Экспериментальные исследования проводились для выявления преимуществ цифровых технологий и последующего использования полученных данных для разработки персонифицированных методик ортопедического лечения. Объектом экспериментального исследования служили: 20 моделей челюстей, 30 временных искусственных коронок, 22 каркаса металлокерамических искусственных коронок, 40 каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, 15 каркасов мостовидных протезов, 12 базисов полных съемных протезов, изготовленных с применением традиционных и цифровых технологий. Для проведения экспериментальных исследований применяли стандартные программы (для сравнительного анализа эффективности цифровых технологий при изготовлении рабочих моделей челюстей, временных и постоянных несъемных протезов и базисов протезов для беззубых челюстей использовали компьютерную программу MeshLab, а для оценки качества внутреннего и краевого прилегания искусственных коронок использовали программу Image J).

В дизайн исследования в клиническом разделе вошли принятые на ортопедическое лечение 406 пациентов в возрасте от 25 до 76 лет (218 мужчин и 188 женщин) с дефектами твердых тканей зубов, частичной и полной потерей зубов.

В работе применялись следующие клинические методы исследования: общеклинические (по схеме, принятой на кафедре ортопедической стоматологии и ортодонтии ПИМУ), рентгенологические (КЛКТ), а также оригинальные методики оценки эффективности стоматологического ортопедического лечения, определения показаний для применения мостовидных протезов, коррекции окклюзии, определения топографии нейтральной зоны беззубой челюсти, оценки точности установки дентальных имплантатов, оценки эффективности сочетанного применения цифровой технологии изготовления протезов и цифровых персонализированных методик ортопедического лечения. Кроме того, в работе применялись методики оценки состояния маргинальной десны с использованием ассоциированного пародонтального индекса [Жулев Е. Н., Архангельская Е. А., 2020], изучения состояния пародонта опорных зубов посредством определения количества и pH десневой жидкости, изучения состояния слизистой оболочки протезного ложа под съемными протезами с помощью инфракрасной термометрии, анкетирование пациентов и оценки времени изготовления ортопедических конструкций.

Для реализации цели и задач исследования были созданы специальные оригинальные программы («Индексная оценка эффективности стоматологического ортопедического лечения», «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов», «Проверка точности установки дентальных имплантатов»). Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась в программной среде R (3 версии).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Внедрение цифровых технологий с использованием CAD/CAM системы и 3D-принтера позволяет повысить качество несъемных протезов, а в совокупности с персонализированной методикой определения показаний к применению мостовидных протезов способствует повышению результативности ортопедического лечения.
2. Изучение размерной точности, внутреннего и краевого прилегания одиночных искусственных коронок и как опорных элементов мостовидных протезов, а также внедрение персонализированной методики коррекции окклю-

зии позволяют определить и использовать преимущества цифровых технологий для повышения качества ортопедического лечения пациентов с дентальными дефектами и частичной потерей зубов.

3. Использование цифровых технологий для изготовления базисов съемных протезов в сочетании с персонифицированной методикой определения топографии нейтральной зоны беззубой челюсти способствует повышению эффективности ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов.
4. Результаты изучения объема и pH десневой жидкости, а также анализ реакции слизистой оболочки с помощью инфракрасной термометрии на протезы, изготовленные с применением цифровых технологий, свидетельствуют о достоверном снижении воспалительной реакции краевого пародонта и мягких тканей протезного ложа в сравнении с реакцией этих тканей на протезы, изготовленные с применением традиционных технологий.
5. Цифровая персонифицированная методика и специализированное программное обеспечение для ЭВМ дают возможность выявлять степень отклонений между планируемым и фактическим положением дентальных имплантатов и разрабатывать мероприятия, направленные на повышение точности их установки.
6. Сочетанное применение цифровых персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов способствует достижению высокого качества ортопедического лечения пациентов с различной патологией зубочелюстной системы.

Степень достоверности. В экспериментальном разделе с целью проведения сравнительного анализа эффективности цифровых технологий было изготовлено 20 моделей челюстей, 30 временных искусственных коронок, 22 каркаса металлокерамических искусственных коронок, 40 каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, 15 каркасов мостовидных протезов, 12 базисов полных съемных протезов, изготовленных с применением традиционных и цифровых технологий.

С использованием традиционных технологий было проведено ортопедическое лечение 188 пациентов (94 мужчин и 94 женщин). Из них у 129 пациентов

применяли несъемные протезы, у 28 пациентов были наложены 32 дуговых протеза, у 8 пациентов лечение проводилось с применением 8 съемных протезов с металлическим базисом, а у 13 пациентов были применены 23 полных съемных протеза. Для оценки времени, затрачиваемого на изготовления моделей челюстей, у 10 пациентов они были изготовлены традиционным способом. С использованием цифровых технологий было проведено ортопедическое лечение 218 пациентов (124 мужчины и 94 женщины). При протезировании 158 пациентов применяли несъемные протезы, у 27 пациентов были использованы 27 дуговых протезов, у 9 пациентов применены 9 пластиночных съемных протезов с металлическим базисом. При ортопедическом лечении 14 пациентов с полной потерей было изготовлено 24 съемных протеза. Для оценки времени, затрачиваемого на изготовление моделей челюстей, у 10 пациентов они были изготовлены с помощью 3D-принтера (10). Степень достоверности работы подтверждается современными методами исследования и статистической обработкой полученных результатов. Научная новизна, основные положения, выносимые на защиту, выводы, практические рекомендации следуют из результатов экспериментально-клинического исследования, которые наглядно представлены в рисунках и таблицах.

Внедрение результатов работы. Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, внедрены в учебный процесс кафедры клинической медицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского, внедрены в лечебный процесс стоматологического отделения ФГКУ «Поликлиника № 2 ФТС России» г. Нижний Новгород, в клиническую практику центра эстетической стоматологии ООО «Протетика» г. Нижний Новгород, в лечебный процесс стоматологических клиник ООО «Good white», ООО «Дентал Арт Галлери» г. Нижний Новгород.

Апробация работы. Диссертация апробирована на расширенном совместном заседании кафедр ортопедической стоматологии и ортодонтии, пропедевтической стоматологии, терапевтической стоматологии, стоматологии детского возраста, хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, стоматологии ФПКВ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России (протокол № 4 от 10 марта 2023 г.).

Основные положения диссертационного исследования представлены на XXII Международной научно-практической конференции «European Scientific Conference» (г. Пенза, 7 октября 2020 г.), на IV Международной научно-практической конференции «Наука, образование, инновации: актуальные вопросы и современные аспекты» (г. Пенза, 10 октября 2020 г.), на VI Международной научно-практической конференции «Science and education: problems and innovations» (г. Пенза, 12 октября 2020 г.), на IV Международной научно-практической конференции «Science and technology innovations» (г. Петрозаводск, 22 октября 2020), на Международном научном форуме «Наука и инновации — современные концепции» (г. Москва, 23 октября 2020 г.), на 32-й международной научно-практической конференции «Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт» (г. Белгород, 26 октября 2020 г.), на VII Международной научно-практической конференции «Проблемы современной медицины: актуальные вопросы» (г. Красноярск, 11 ноября 2020), на III Международном научно-исследовательском конкурсе «Innovative research projects» (г. Петрозаводск, 14 февраля 2022 г.), VII всероссийской научно-практической конференции «3D-технологии в медицине» (Нижний Новгород, 17 февраля 2023 г.), 3-й межрегиональной научно-практической конференции «Клиническая медицина на пути к активному долголетию» (Нижний Новгород, 2 марта 2022 г.).

Личное участие автора. Автором были изучены данные литературы по теме диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, изготовлено 23 экспериментальных модели челюстей, 30 временных искусственных коронок, 22 каркаса металлокерамических искусственных коронок, 40 каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, 15 каркасов мостовидных протезов, 12 базисов полных съемных протезов, изготовленных с применением традиционных и цифровых технологий.

С использованием традиционных и цифровых технологий было проведено ортопедическое лечение 406 пациентов в возрасте от 25 до 76 лет (218 мужчин и 188 женщин) с дефектами твердых тканей зубов, частичной и полной потерей зубов.

Автором разработаны индекс потери окклюзионных контактов и оригинальные методики оценки эффективности стоматологического ортопедического

лечения, определения показаний для применения мостовидных протезов, коррекции окклюзии, определения топографии нейтральной зоны беззубой челюсти, оценки точности установки дентальных имплантатов, оценки эффективности сочетанного применения цифровых персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов.

Проведено экономическое обоснование изготовления рабочих моделей челюстей, каркасов металлокерамических искусственных коронок, каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, временных искусственных коронок, полных съемных протезов, каркасов дуговых протезов, полученных с помощью традиционных и цифровых технологий.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует научной специальности 3.1.7. Стоматология (шифр и наименование области науки — Медицинские науки, шифр и наименование группы научных специальностей — Клиническая медицина).

Публикации. По исследуемой теме диссертации опубликованы 52 работы. Среди них 19 работ опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 2 в журналах, входящих в международную реферативную базу данных SCOPUS. Опубликовано в официальных бюллетенях Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам и зарегистрированы в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 2 патента на изобретение, 3 свидетельства на программу для ЭВМ.

Объём и структура диссертации. Объём диссертационного исследования составляет 363 страницы текста. Структура диссертации представлена следующими разделами: введением, обзором литературных источников, главами, посвящёнными материалам и методам, результатам собственных исследований и обсуждению полученных результатов, заключения, выводами, практическими рекомендациями и списком литературы, в котором 365 источников (192 — российские, 173 — иностранные), 7 приложениями. В диссертационной работе размещены 73 иллюстрации, 91 таблица.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Научное исследование состояло из двух разделов — экспериментального и клинического. В работе использовались 2 стандартные программы — MeshLab, Image J, а также 3 новых, созданных специально для решения поставленных задач. В исследовании применялись следующие технические средства — внутриротовой сканер iTero 2.4 (Cadent), CAD/CAM система Kavo Arctica, 3D-принтер Asiga Max UV, программное обеспечение DentalCAD 2.2 Valletta, микроскоп Leica M320 и аппарат T-Scan.

Объектом экспериментального исследования служили: 20 моделей челюстей из гипса и фотополимерного материала Freerprint model UV (DETAX, Германия). Временные искусственные коронки были изготовлены по традиционной технологии из акриловой пластмассы Синма М (10), методом фрезерования из акрилатного полимерного материала VITA CAD-Temp (10) и аддитивным методом из композитного гибридного материала NextDent C&B MFH. Каркасы искусственных металлокерамических коронок изготавливались по традиционной технологии из КХС (11) и субтрактивным методом из материала Titan Blank (11). Каркасы искусственных цельнокерамических коронок были изготовлены по традиционной технологии прессования по восковым репродукциям из материала IPS e.max (Ivoclar Vivadent) (10), в фрезерно-шлифовальном станке из дисиликата лития E.max CAD (10), из заготовок полимерного беззольно выгораемого материала KaVo C-Cast (10) и с помощью 3D-принтера из фотополимерного материала Freerprint cast UV (Detax) (10). Каркасы мостовидных протезов изготавливались традиционным методом из КХС (5), с помощью CAD/CAM системы из материала Titan Blank (5) и из диоксида циркония KaVo ZS (5). Базисы полных съемных протезов (12) были изготовлены по традиционной технологии и из фотополимерного материала NextDent Base с помощью 3D-принтера.

В экспериментальном разделе на первом этапе были созданы 3 экспериментальные модели, которые использовались для проведения сравнительного анализа эффективности цифровых технологий при изготовлении рабочих моделей челю-

стей, искусственных коронок, мостовидных протезов и базисов полных съемных протезов (рисунок 1). Для этого было получено 139 их цифровых изображений, которые в компьютерной программе MeshLab совмещали с цифровыми изображениями экспериментальных моделей.

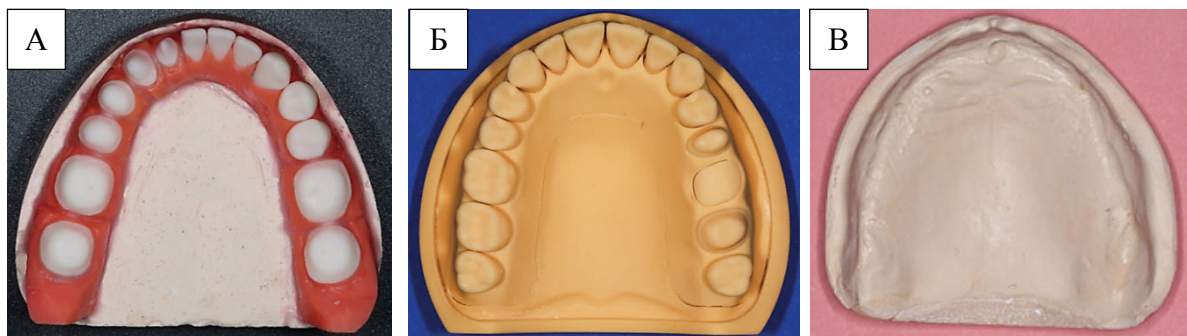


Рисунок 1 — Экспериментальные модели:

А — модель № 1 из акриловой пластмассы с препарированными зубами для проведения сравнительного анализа методов изготовления рабочих моделей челюстей;

Б — модель № 2 из акриловой пластмассы с препарированными зубами для проведения сравнительного анализа качества прилегания каркасов искусственных коронок к препарированному зубу;

В — модель № 3 беззубой челюсти из гипса для проведения сравнительного анализа эффективности цифровых технологий при изготовлении базисов полных съемных протезов

Для сравнительного анализа точности внутреннего прилегания временных коронок, каркасов металлокерамических и цельнокерамических искусственных коронок было изготовлено 368 гипсовых шлифов с силиконовыми репликами, фотографии которых получали с помощью микроскопа Leica M320 и анализировали в компьютерной программе Image J.

Для сравнительного анализа краевого прилегания временных коронок, каркасов металлокерамических коронок и из дисиликата лития с помощью микроскопа Leica M320 было получено 368 фотографий зоны краевого прилегания искусственных коронок к уступу опорного зуба и в компьютерной программе Image J проводили анализ полученных данных.

Для проведения клинических исследований было отобрано 406 пациентов (218 мужчин и 188 женщин) в возрасте от 25 до 76 лет, которые имели следующие

диагнозы: 1) 162 пациента были с дефектами твердых тканей зубов; 2) 120 пациентов имели частичную потерю зубов; 3) у 97 — частичная потеря зубов сочеталась с дефектами твердых тканей; 4) 27 пациентов имели полную потерю зубов.

С использованием традиционных технологий было проведено ортопедическое лечение 188 пациентов (94 мужчин и 94 женщин) (таблица 1).

Таблица 1 — Распределение пациентов, протезирование которых проводили с применением традиционных технологий, по полу и виду ортопедических конструкций, абс. (%)

Вид ортопедической конструкции			Количество	Пол		Количество пациентов
				муж.	жен.	
Несъемные протезы	1. Искусственные коронки	Временные искусственные коронки, изготовленные по технологии силиконового ключа из материала Protemp 4 (3M Espe)	51 (15,4)	13 (6,9)	15 (8,0)	28 (14,9)
		Временные искусственные коронки, изготовленные из материала Re-Fine Bright (Yamahachi-Dental, Япония)	10 (3,0)	6 (3,2)	4 (2,1)	10 (5,3)
		Металлокерамические искусственные коронки на каркасах из КХС	181 (54,5)	35 (18,6)	42 (22,4)	77 (41,0)
	2. Мостовидные протезы	Металлокерамические мостовидные протезы на каркасах из КХС	17 (5,1)	9 (4,8)	5 (2,7)	14 (7,5)
	Всего			259 (78,1)	63 (33,5)	66 (35,2)
Съемные протезы	1. Дуговые протезы		32 (9,6)	13 (6,9)	15 (8,0)	28 (14,9)
	2. Пластиночные съемные протезы с металлическим базисом		8 (2,4)	6 (3,2)	2 (1,0)	8 (4,2)
	3. Полные съемные протезы		23 (7,0)	8 (4,3)	5 (2,6)	13 (6,9)
	Всего			63 (19,0)	27 (14,4)	22 (11,6)
Модели челюстей			10 (3,1)	4 (2,1)	6 (3,2)	10 (5,3)

С использованием цифровых технологий было проведено ортопедическое лечение 218 пациентов (124 мужчины и 94 женщины) (таблица 2).

Таблица 2 — Распределение пациентов, протезирование которых проводили с применением цифровых технологий, по полу и виду ортопедических конструкций, абс. (%)

Вид ортопедической конструкции		Количество	Пол		Количество пациентов	
			муж.	жен.		
Несъемные протезы	1. Искусственные коронки	Временные искусственные коронки, изготовленные субтрактивным методом из материала VITA CAD-Temp	52 (13,0)	17 (7,8)	10 (4,6)	27 (12,4)
		Временные искусственные коронки, изготовленные аддитивным методом из материала NextDent C&B MFH	52 (13,0)	10 (4,6)	11 (5,1)	21 (9,7)
		Металлокерамические искусственные коронки на титановых каркасах	149 (37,3)	35 (16,1)	30 (13,7)	65 (29,8)
		Цельнокерамические искусственные коронки на каркасах из диоксид циркония	33 (8,3)	3 (1,4)	8 (3,6)	11 (5,0)
		Искусственные коронки на каркасах из диоксид циркония с опорой на имплантаты	15 (3,8)	5 (2,3)	6 (2,7)	11 (5,0)
	2. Мостовидные протезы	Металлокерамические мостовидные протезы на титановых каркасах	18 (4,5)	13 (6,0)	5 (2,3)	18 (8,3)
		Цельнокерамические мостовидные протезы на каркасах из диоксид циркония	10 (2,5)	3 (1,4)	2 (0,9)	5 (2,3)
	Всего		329 (82,4)	86 (39,6)	72 (32,9)	158 (72,5)
	Съемные протезы	1. Дуговые протезы	27 (6,8)	18 (8,3)	9 (4,1)	27 (12,4)
		2. Пластиночные съемные протезы с металлическим базисом	9 (2,3)	5 (2,3)	4 (1,8)	9 (4,1)
3. Полные съемные протезы		24 (6,0)	8 (3,7)	6 (2,7)	14 (6,4)	
Всего		60 (15,1)	31 (14,3)	19 (8,6)	50 (22,9)	
Модели челюстей		10 (2,5)	7 (3,2)	3 (1,4)	10 (4,6)	

Для оценки эффективности ортопедического лечения с применением съемных и несъемных протезов были созданы специальные методики, основанные на использовании разработанных для этого критериев.

Персонафицированная методика определения показаний к применению мостовидных протезов создавалась на основе многофакторного анализа состояния пародонта с автоматизированным расчетом коэффициентов его выносливости и завершающим формированием заключения о целесообразности применения мостовидного протеза или, наоборот, о наличии противопоказания для его применения в данной клинической ситуации.

Предложенный нами «Индекс потери окклюзионных контактов» был применен для разработки персонафицированной методики коррекции окклюзии, основанной на получении с помощью внутриротового сканера цифровых изображений зубных рядов с последующим их анализом и использованием для коррекции нарушенных окклюзионных контактов.

При ортопедическом лечении 47 пациентов (22 мужчины и 25 женщины) с применением несъемных протезов, изготовленных по традиционной и цифровой технологии, было изучено состояние пародонта опорных зубов посредством определения количества и pH десневой жидкости.

Для изучения реакции слизистой оболочки протезного ложа под съемными протезами, изготовленными по цифровой технологии, у 46 пациентов (23 мужчины и 23 женщины) применяли метод инфракрасной термометрии.

Для создания персонафицированной методики определения нейтральной зоны беззубой челюсти был использован специальный алгоритм определения необходимых для этого анатомических ориентиров и создание серии цифровых изображений трансверсальных срезов беззубого альвеолярного отростка в виртуальном пространстве программного обеспечения CAD/CAM системы.

Персонафицированная методика проверки точности установки дентальных имплантатов основана на применении специально разработанной программы, с помощью которой по данным 3D-компьютерной рентгенографии проводилось совмещение изображений запланированного положения имплантатов с фактически установленным во время операции.

Изучение эффективности сочетанного применения персонифицированных методик ортопедического лечения и цифровых технологий изготовления протезов было основано на применении программы балльной оценки специальных критериев.

Для анализа полученных данных применяли элементы описательной статистики, непараметрические (критерии Манна — Уитни, Краскела — Уоллиса, Уилкоксона, Фридмана, точный тест Фишера) и параметрические статистические методы (t-критерий Стьюдента).

Результаты исследования

1. Результаты экспериментальных исследований

Сравнительный анализ методов изготовления рабочих моделей челюстей показал, что модели челюстей, созданные с использованием цифровых оттисков из фотополимерного материала Freeprint model UV (DETAH, Германия) с помощью 3D-принтера, статистически значимо различались по размерной точности с гипсовыми моделями челюстей, полученными по одноэтапным двухслойным А-силиконовым оттискам, с уровнем значимости $p < 0,05$ (критерий Уилкоксона для связанных выборок = 45, $p = 0,004$). При этом медианная размерная точность моделей, созданных с помощью 3D-принтера, на 31,6% выше в сравнении с гипсовыми моделями.

Различия величин медианы расстояний цифровых изображений временных искусственных коронок, изготовленных различными методами, можно признать статистически значимыми на уровне $p < 0,0166667$ (критерий Фридмана $S = 45,600000$, $p = 0,000000$) (рисунок 2). Эти данные позволяют сделать вывод о том, что временные искусственные коронки, изготовленные с помощью различных цифровых технологий, обладают в среднем большей размерной точностью по сравнению с временными искусственными коронками, изготовленными традиционным методом горячей полимеризации акриловой пластмассы (медианы выборок отличаются на 51,6 % для субтрактивного метода и на 48,4 % для аддитивного метода в сравнении с традиционным методом).

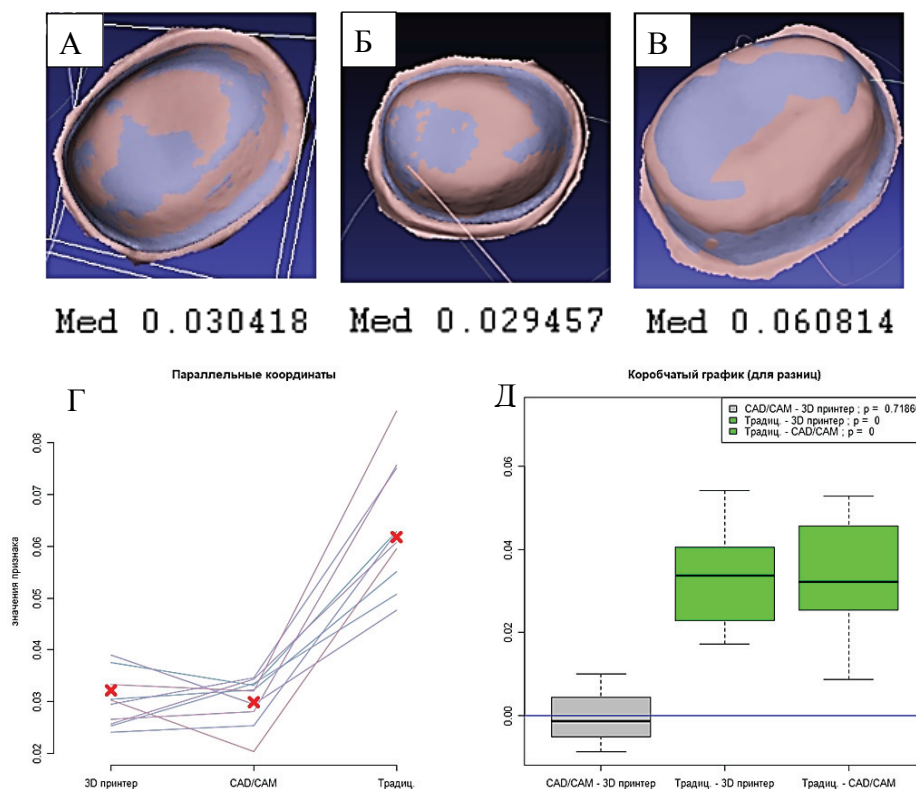


Рисунок 2 — Значения медианного расстояния для искусственных коронок, изготовленных:

- А — субтрактивным методом (0,030418 мм);
- Б — с помощью 3D-принтера (0,029457 мм);
- В — традиционным методом (Med 0,060814 мм);
- Г — диаграмма с параллельными координатами;
- Д — коробчатый график для попарно сравниваемых групп

Результаты изучения плотности прилегания временных искусственных коронок к препарированной культе зуба показали, что величина краевого прилегания в два раза меньше, а внутреннего прилегания в три раза меньше у временных искусственных коронок, изготовленных с помощью 3D-принтера и на фрезерно-шлифовальном станке по сравнению с лабораторным методом изготовления временных искусственных коронок из акриловой пластмассы Синма М.

Сравнительный анализ методов изготовления каркасов искусственных коронок из дисиликата лития позволил установить, что каркасы, изготовленные с помощью цифровых технологий, статистически значительно различались по раз-

мерной точности с каркасами искусственных коронок, изготовленными традиционным методом прессования с уровнем значимости $p < 0,05$ (Н-критерий Краскела — Уоллиса = 10,254 $p = 0,017$). Каркасы, изготовленные субтрактивным методом из заготовки Emax CAD, обладают большей размерной точностью на 15,4%, из заготовки C-Cast на 12,3%, а изготовленные аддитивным методом на 13,2% в сравнении с каркасами, изготовленными традиционным методом.

Результаты изучения плотности краевого и внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития к уступу препарированного зуба показали, что все цифровые методики изготовления каркасов искусственных коронок статистически значимо различимы от традиционного метода прессования с уровнем значимости $p < 0,05$. Величины краевого прилегания каркасов, изготовленных в фрезерно-шлифовальном станке CAD/CAM системы из блоков E.max CAD, в 5,60 раза, а изготовленных из заготовок беззольного полимерного материала C-Cast и с применением 3D-принтера в 4,65 раза меньше в сравнении с традиционной технологией прессования. Величины же внутреннего прилегания каркасов из дисиликата лития E.max CAD, из беззольного полимерного материала KaVo C-Cast, изготовленных методом фрезерования в CAD/CAM и с помощью 3D-принтера в 2,36 раза меньше внутреннего прилегания каркасов, полученных по традиционной технологии прессования (рисунок 3).

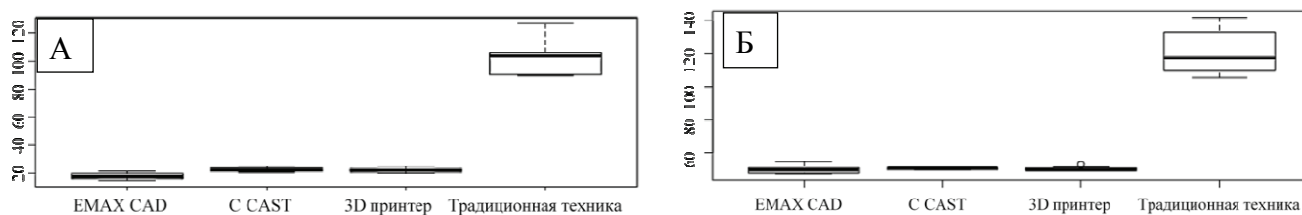


Рисунок 3 — Коробчатые графики распределения значений признака:

А — «Величина краевого прилегания, мкм»;

Б — «Величина внутреннего прилегания, мкм» для каркасов, изготовленных из EMAX CAD, C-CAST, на 3D-принтере и по традиционной технологии прессования.

Сравнительный анализ методов изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок показал, что титановые каркасы, изготовленные субтрактивным методом, статистически значимо различались по размерной точности с каркасами искусственных коронок, изготовленными традиционным методом литья, с уровнем значимости $p < 0,05$ (критерий Уилкоксона для связанных выборок = 0, $p = 0,001$). При этом медианная размерная точность каркасов искусственных коронок, изготовленных субтрактивным методом, выше на 24,5 %.

Величина внутреннего прилегания титановых каркасов металлокерамических искусственных коронок к препарированному зубу, изготовленных субтрактивным методом, в 2,1 раза меньше для каркасов, изготовленных традиционным методом литья из КХС. Величина же краевого прилегания к уступу титановых каркасов, изготовленных субтрактивным методом, в 2,8 раза меньше, чем эта величина для каркасов, изготовленных традиционным методом литья из КХС.

Результаты сравнительного анализа показали, что каркасы мостовидных протезов, изготовленные с помощью различных цифровых технологий, статистически значимо различались по размерной точности с каркасами мостовидных протезов, изготовленными традиционным методом, с уровнем значимости $p < 0,05$ (H-критерий Краскела — Уоллиса = 30,56, $p = 0,000001$). При этом медианная размерная точность титановых каркасов мостовидных протезов, выше на 29,2 %, каркасов из диоксида циркония выше на 29,7% и каркасов, полученных из беззольно выгораемых заготовок, изготовленных аддитивным методом, выше на 15,9 % в сравнении с традиционным методом.

Изучение размерной точности базисов полных съемных протезов, изготовленных по разным технологиям, позволило установить, что базисы полных съемных протезов, изготовленные с помощью цифровых технологий, статистически значимо различались по размерной точности с базисами полных съемных протезов, изготовленными традиционным методом, с уровнем значимости $p < 0,05$ (критерий Уилкоксона = 0, $p = 0,031$). При этом медианная размерная точность базисов полных съемных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий, выше на 38,4%.

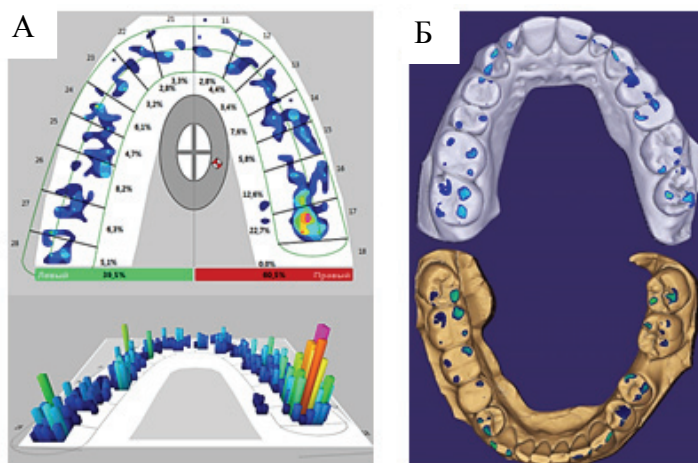
2. Результаты клинических исследований

Оценка результатов ортопедического лечения 103 пациентов с применением временных и постоянных несъемных протезов с помощью специально разработанной персонифицированной методики определения показаний к их применению в сочетании с индексной оценкой эффективности стоматологического ортопедического лечения показала, что их сочетание дает существенные преимущества и позволяет получать искусственные коронки и мостовидные протезы с более коротким периодом привыкания к ним, лучшим качеством внутреннего и краевого прилегания, способствующих эффективному предупреждению развития вторичного пришеечного кариеса и расцементировки протезов.

Результаты сочетанного применения в клинике у 30 пациентов цифрового способа определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов, подтвержденные применением разработанных нами для оценки эффективности специальных критериев и статистически доказанным достоверным ее преимуществом, обеспечивает выбор оптимального плана ортопедического лечения, исключающего возможные ошибки и в совокупности с высоким техническим исполнением протеза позволяет достичь наибольшей результативности ортопедического лечения пациентов с частичной потерей зубов.

Клиническое исследование с участием 30 пациентов по проверке эффективности разработанной нами персонифицированной методики коррекции окклюзии показало, что она позволяет усовершенствовать алгоритм количественной оценки окклюзионных контактов, выявлять преждевременные контакты и проводить эффективный контроль качества избирательного пришлифовывания зубов.

Эффективность сочетанного применения цифровой диагностики нарушений окклюзии с получением изображения зубных рядов и индекса потери окклюзионных контактов (рисунок 4), подтвержденная в клиническом исследовании с участием 35 пациентов и использованием комплекса специальных критериев показала ее неоспоримое преимущество в выборе наиболее рационального плана ортопедического лечения и проведении избирательного пришлифовывания зубов в сравнении с традиционным методом.



$$В \quad ИПОК1 = \frac{Y \times 100\%}{60}$$

$$ИПОК2 = \frac{Y \times 100\%}{52}$$

ИПОК — индекс потери окклюзионных контактов;
 Y — количество окклюзионных контактов в данной клинической ситуации

Рисунок 4 — Сочетанное применение цифровой диагностики нарушений окклюзии с получением изображения зубных рядов и индекса потери окклюзионных контактов:

А — экранная форма программы T-ScanIII;

Б — цифровые изображения зубных рядов с маркированными окклюзионными контактами;

В — подсчет количества окклюзионных контактов с наличием (ИПОК1) или отсутствием (ИПОК2) контакта передних зубов

Оценка реакции пародонта опорных зубов, покрытых искусственными коронками, изготовленными цифровым методом посредством изучения количества и pH десневой жидкости показала, что полученные цифры находятся ближе к пограничным значениям (среднее значение количества десневой жидкости $0,4372 \pm 0,06277 \text{ мм}^2$, среднее значение pH $6,549 \pm 0,3921$), отражающих значительно меньшее их влияние на состояние краевого пародонта в сравнении с традиционным методом изготовления несъемных протезов (среднее значение количества десневой жидкости $0,6597 \pm 0,106 \text{ мм}^2$, среднее значение pH $5,574 \pm 0,5057$) прежде всего за счет их более высокой точности.

Оценка результатов ортопедического лечения с применением съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом) у 30 пациентов с помощью разработанных для этого специальных критериев для сравнительной оценки эффективности традиционной и цифровой технологии их изготовления показала, что каркасы частичных съемных протезов, изготовленные из полимерной беззольно выгораемой заготовки с помощью 3D-принтера, обладают на 7% более высокой точностью и качеством ис-

полнения, более короткими сроками адаптации к ним больных и общим снижением количества ошибок и осложнений в процессе ортопедического лечения.

Эффективность применения персонифицированной методики определения нейтральной зоны (рисунок 5) подтверждена в клиническом исследовании с участием 19 пациентов с помощью разработанных для этого специальных критериев. Среднее значение индекса эффективности стоматологического ортопедического лечения с применением съёмных протезов, изготовленных традиционным методом, составило 0,76, что соответствует хорошему результату лечения. Среднее же значение этого индекса при применении полных съёмных протезов, изготовленных с использованием предложенной нами цифровой методики, составило 0,9, что соответствует более высокому результату лечения.

Сочетанное применение персонифицированной цифровой методики определения нейтральной зоны и цифровой технологии изготовления базисов протезов, оцененное в клиническом исследовании с участием 19 пациентов, показало ее неоспоримое преимущество в достижении лучшей фиксации и стабилизации протезов, снижении их побочного действия на ткани протезного ложа, а в целом для повышения результативности ортопедического лечения пациентов с полной потерей зубов.

Изучение с помощью инфракрасной термометрии состояния слизистой оболочки протезного ложа позволило установить более высокие показатели ($32,45^{\circ} \pm 0,28$) у пациентов, пользующихся съёмными протезами, изготовленными традиционным методом в сравнении с показателями у пациентов, пользовавшихся протезами, изготовленными с применением цифровых технологий ($30,4^{\circ} \pm 2,20$) и позволивших за счет их более высокой размерной точности существенно снизить воспалительную реакцию слизистой оболочки на воздействие базиса съёмного протеза.

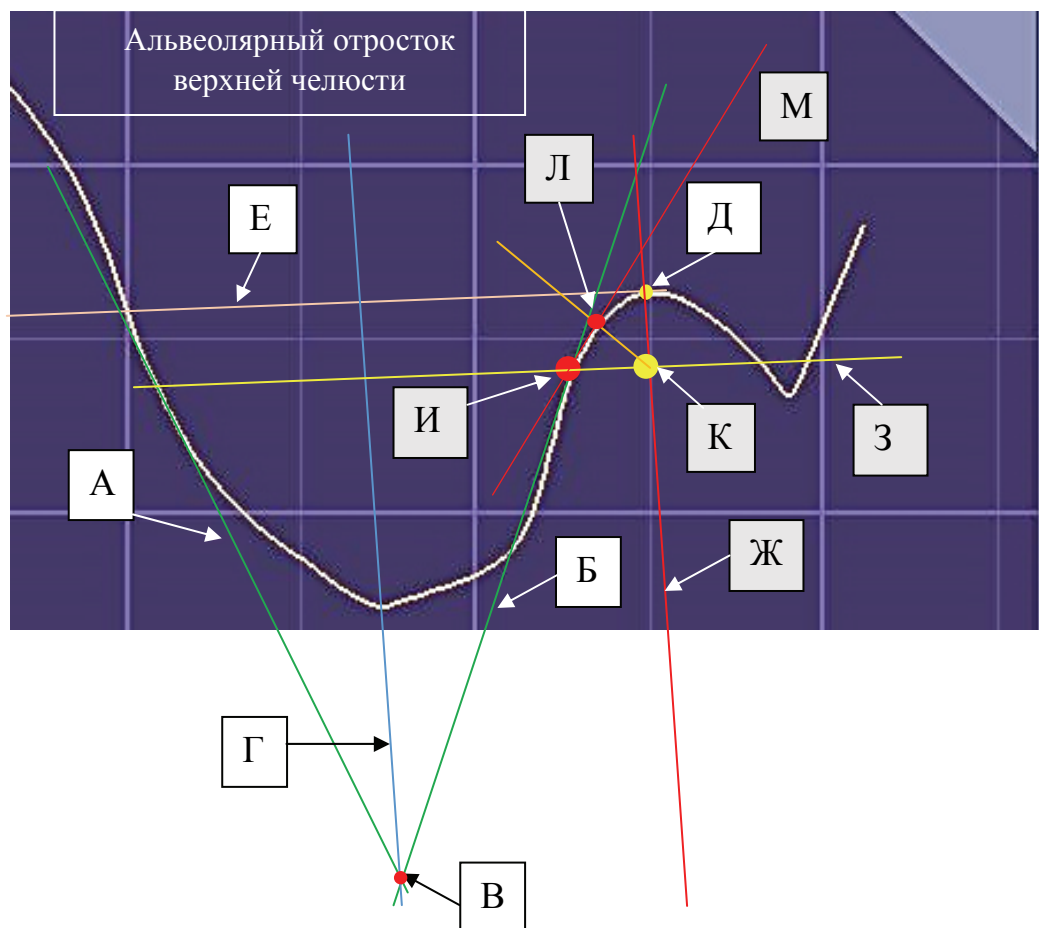


Рисунок 5 — Разметка контура трансверсального среза цифрового изображения модели беззубой верхней челюсти:

- А — линия, обозначающая плоскость небного ската альвеолярного отростка;
- Б — линия, обозначающая плоскость вестибулярного ската альвеолярного отростка;
- В — точка пересечения линий А и Б;
- Г — биссектриса угла АВБ;
- Д — самая высокая точка переходной складки;
- Е — основание альвеолярного отростка;
- Ж — линия, параллельная средней оси альвеолярного отростка, проведенная через вершину купола переходной складки;
- И — точка перехода вестибулярного ската альвеолярного отростка в подвижную слизистую оболочку переходной складки;
- З — линия, проведенная через точку И параллельно основанию альвеолярного отростка;
- К — точка пересечения линий Ж и З;
- М — плоскость вестибулярного ската переходной складки;
- Л — точка, находящаяся в пределах нейтральной зоны переходной складки

Результаты клинического применения разработанной нами персонифицированной цифровой методики определения линейных отклонений в области апикальной и коронарной частей имплантата, а также угловых отклонений в сагиттальной плоскости между их длинными осями у 11 пациентов показало ее высокую эффективность и позволило достоверно оценить точность установки денальных имплантатов между запланированным и фактическим их положением после операции и способствовать тем самым повышению качества всего имплантологического лечения (рисунок 6).

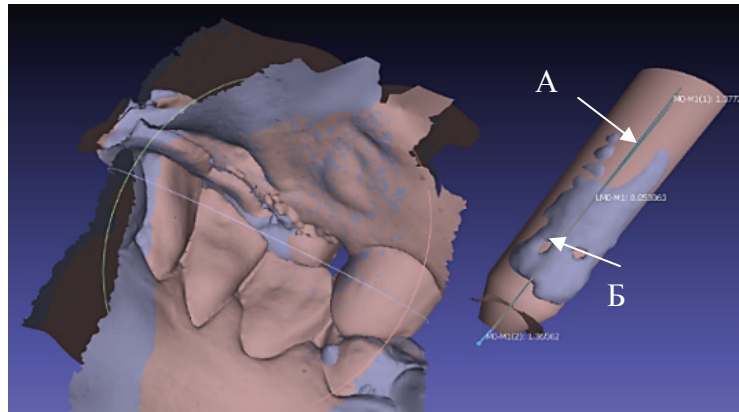


Рисунок 6 — Экранная форма программы по измерению линейных и угловых отклонений между осями имплантатов:

А — цифровое изображение запланированного положения имплантата;

Б — цифровое изображение положения имплантата после проведения операции денальной имплантации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработка и внедрение новых персонифицированных цифровых методик ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов (методика оценки эффективности ортопедического стоматологического лечения, методика и программа для ЭВМ по определению показаний к применению мостовидных протезов, индекс потери окклюзионных контактов и методика коррекции окклюзии зубных рядов, методика определения топографии нейтральной зоны протезного ложа беззубой челюсти, методика и программа для ЭВМ по оценке точности установки денальных имплантатов), изучение реакции краевого пародонта на не-

съемные протезы, состояния слизистой оболочки протезного ложа под съемными протезами и полученные новые данные об эффективности цифровых технологий при изготовлении рабочих моделей челюстей, временных и постоянных несъемных и базисов съемных протезов, о внутреннем и краевом прилегании искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий, об экономическом обосновании изготовления ортопедических конструкций способствуют повышению эффективности ортопедического лечения пациентов с частичной и полной потерей зубов.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные новые данные экспериментальных и клинических исследований позволяют сформулировать перспективы дальнейшей разработки темы:

- совершенствование цифровых технологий изготовления зубных протезов;
- разработка новых материалов для субтрактивного и аддитивного методов изготовления зубных протезов;
- разработка новых методов лечения дефектов твердых тканей зубов, частичной и полной потери зубов;
- разработка и внедрение роботизированных систем, позволяющих в автоматизированном режиме осуществлять манипуляции в полости рта;
- совершенствование программ обучения специалистов по цифровым технологиям в стоматологии.

ВЫВОДЫ

1. Рабочие модели челюстей, изготовленные с использованием цифровых оттисков из фотополимерного материала Freeprint model UV (DETAX, Германия) с помощью 3D-принтера, обладают достоверно большей размерной точностью в сравнении с гипсовыми (Fujirock (GC, Япония) моделями, полученными по одноэтапным двухслойным А-силиконовым оттискам ($p < 0,05$).
2. Временные искусственные коронки, изготовленные субтрактивным методом, обладают достоверно большей размерной точностью на 51,6 %, а при использовании аддитивного метода на 48,4 % в сравнении с временными искусственными коронками, выполненными традиционным методом горячей полимери-

- зации акриловой пластмассы. Величина краевого прилегания в два раза меньше, а внутреннего прилегания в три раза меньше у временных искусственных коронок, изготовленных с помощью 3D-принтера и на фрезерно-шлифовальном станке по сравнению с лабораторным методом изготовления временных искусственных коронок из акриловой пластмассы Синма М.
3. Титановые каркасы металлокерамических искусственных коронок (на 24,5 %), изготовленные субтрактивным методом, и каркасы мостовидных протезов (на 29,2 % из титана для субтрактивного метода, на 29,7 % для каркаса из диоксида циркония и на 15,9 % для аддитивного метода изготовления беззольно выгораемого каркаса) обладают достоверно большей размерной точностью в сравнении с каркасами искусственных коронок из КХС, изготовленными традиционным методом литья. Каркасы керамических искусственных коронок, изготовленные субтрактивным методом из заготовки Emax CAD обладают достоверно большей размерной точностью на 15,4 %, из заготовки C-Cast на 12,3 %, а изготовленные аддитивным методом на 13,2 % в сравнении с каркасами из дисиликата лития, изготовленных традиционным методом прессования.
 4. Величины краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных в фрезерно-шлифовальном станке CAD/CAM системы из блоков E.max CAD в 5,60 раза, изготовленных из заготовок беззольного полимерного материала C-Cast и с применением 3D-принтера в 4,65 раза достоверно меньше величины краевого прилегания каркасов, полученных по традиционной технологии прессования. Величины внутреннего прилегания каркасов керамических искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных методом фрезерования в CAD/CAM системе, в 2,37 раза, изготовленных из беззольного полимерного материала KaVo C-Cast в 2,32 раза и изготовленных с применением 3D-принтера в 2,36 раза достоверно меньше величины внутреннего прилегания каркасов, полученных по традиционной технологии прессования.
 5. Величина краевого прилегания титановых каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных субтрактивным методом, в 2,8 раза меньше, чем величина краевого прилегания каркасов, изготовленных тради-

ционным методом литья из КХС. Величина внутреннего прилегания титановых каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных субтрактивным методом, в 2,1 раза меньше величины внутреннего прилегания для каркасов, изготовленных традиционным методом литья из КХС.

6. Цифровая методика «Определения показаний к применению мостовидных протезов», основанная на использовании данных рентгенографии о состоянии пародонта отличается высокой точностью и позволяет проводить автоматизированный расчет коэффициентов выносливости пародонта опорных зубов с учетом площади поверхности корней и их состояния (витальности, устойчивости, изменений в периапикальных тканях, окклюзионных взаимоотношений), протяженности дефекта зубного ряда и на основании этих данных формировать заключение о целесообразности или, наоборот, об отсутствии показаний для применения мостовидного протеза в конкретной клинической ситуации.
7. Индекс потери окклюзионных контактов позволяет оценивать состояние окклюзии, осуществлять количественный подсчет имеющихся контактных точек/пунктов между зубами антагонистами до и после ортопедического лечения и давать рекомендации по тактике устранения окклюзионных нарушений. Разработанная с использованием этого индекса персонифицированная методика коррекции окклюзионных взаимоотношений зубных рядов позволяет усовершенствовать алгоритм количественной оценки окклюзионных контактов, выявлять преждевременные контакты и проводить эффективный контроль качества избирательного пришлифовывания зубов.
8. Разработанная автоматизированная методика индексной оценки эффективности ортопедического стоматологического лечения, созданная на основе специально разработанных для этой цели критериев оценки, позволяет устранить субъективизм при оценке результатов ортопедического лечения пациентов с дефектами твердых тканей, частичной и полной потерей зубов.
9. Показатели количества и pH десневой жидкости у опорных зубов, покрытых искусственными коронками, изготовленными цифровым методом, находятся ближе к пограничным значениям (среднее значение количества десневой жидкости $0,4372 \pm 0,06277 \text{ мм}^2$, среднее значение pH — $6,549 \pm 0,3921$), отражаю-

щих значительно меньшее их влияние на состояние краевого пародонта в сравнении с традиционным методом изготовления несъемных протезов (среднее значение количества десневой жидкости $0,6597 \pm 0,106 \text{ мм}^2$, среднее значение pH — $5,574 \pm 0,5057$) ($p < 0,025$).

10. Каркасы частичных съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом), изготовленные из полимерной беззольно выгораемой заготовки с помощью 3D-принтера, обладают более высокой точностью и качеством исполнения, меньшими сроками адаптации к ним больных и общим снижением количества ошибок и осложнений в процессе ортопедического лечения ($p < 0,00556$).
11. Изучение состояния слизистой оболочки под базисами съемных протезов с помощью инфракрасной термометрии позволило установить более высокие показатели ($32,45 \pm 0,28^\circ$) у пациентов, пользующихся съемными протезами, изготовленными традиционным методом в сравнении с показателями у пациентов, пользовавшихся протезами, изготовленными с применением цифровых технологий ($30,4^\circ \pm 2,20^\circ$, $p < 0,0021$) и позволивших за счет их более высокой размерной точности ($p < 0,05$) существенно снизить воспалительную реакцию слизистой оболочки протезного ложа на воздействие базиса съемного протеза.
12. Персонафицированный цифровой метод определения линейных отклонений в области апикальной и корональной частей имплантата, а также угловых отклонений в сагиттальной плоскости между их длинными осями, позволяет достоверно оценивать точность установки дентальных имплантатов между запланированным и фактическим их положением после операции, способствуя повышению качества имплантологического лечения.
13. Сочетанное применение цифрового способа определения показаний и цифровой технологии изготовления мостовидных протезов обеспечивает выбор оптимального плана ортопедического лечения, исключая возможные ошибки и в совокупности с высоким техническим исполнением протеза позволяет достичь наибольшей результативности ортопедического лечения пациентов с частичной потерей зубов.
14. Сочетанное применение цифровой методики получения изображений зубных рядов и индекса потери окклюзионных контактов дает неоспоримое преиму-

щество в диагностике нарушений окклюзии и выборе наиболее рационального плана ортопедического лечения в сравнении с традиционным методом.

15. Сочетанное применение цифровой методики коррекции окклюзионных взаимоотношений и цифрового способа получения изображений зубных рядов, в отличие от изолированного использования лишь традиционного метода, способствует высокоэффективному проведению избирательного пришлифовывания зубов.
16. Сочетанное применение персонифицированной цифровой методики определения нейтральной зоны и цифровой технологии изготовления базисов протезов способствует повышению эффективности фиксации и стабилизации протезов, снижению их побочного действия на ткани протезного ложа, а в целом повышению результативности ортопедического лечения пациентов с полной потерей зубов.
17. Применение цифровых технологий при изготовлении временных коронок, каркасов металлокерамических и коронок из дисиликата лития, каркасов дуговых протезов и съемных протезов с металлическим базисом имеет тенденцию к снижению затрат либо за счёт снижения себестоимости услуги, либо за счет уменьшения времени для ее оказания. Изготовление рабочих гипсовых моделей челюстей и базисов полных съемных протезов традиционными методами относятся к более дешевым технологиям в сравнении с цифровыми.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для обеспечения высокого качества изготавливаемых зубных протезов следует использовать аддитивные цифровые технологии, позволяющие получать фотополимерные рабочие модели челюстей с высокой размерной точностью.
2. Внедрение в клиническую практику временных искусственных коронок из материалов VITA CAD-Temp и NextDent C&B MFH, металлокерамических коронок и искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с применением цифровых технологий, позволяет достичь лучших показателей краевого и внутреннего прилегания в сравнении с традиционными технологиями изготовления несъемных протезов.

3. Применение технологии внутриворотного лазерного сканирования, компьютерного моделирования и автоматизированного производства позволяет изготавливать металлокерамические искусственные коронки и мостовидные протезы с наиболее высоким качеством внутреннего и краевого прилегания, способствующих предупреждению развития пришеечного кариеса, расцементирования протезов и увеличению сроков их службы.
4. При изготовлении каркасов частичных съемных протезов (дуговых и с металлическим базисом) предпочтение следует отдавать цифровому методу их изготовления из беззольно выгораемой заготовки, обеспечивающему получение протезов более высокой точности.
5. Планирование ортопедического лечения, основанное на применении разработанной персонифицированной методики определения показаний к применению мостовидных протезов позволяет избежать ошибок в оценке клинической картины частичной потери зубов и прогноза результатов ортопедического лечения.
6. Использование индекса потери окклюзионных контактов зубных рядов позволяет достоверно оценивать состояние окклюзии до ортопедического лечения и определять тактику устранения окклюзионных нарушений.
7. Внедрение в клиническую практику персонифицированной методики коррекции окклюзионных взаимоотношений зубных рядов позволяет проводить количественную оценку окклюзионных контактов, определять показания к ортопедическому лечению, выявлять преждевременные контакты и осуществлять контроль качества избирательного пришлифовывания зубов.
8. Применение автоматизированной методики индексной оценки эффективности ортопедического лечения позволяет достоверно оценивать его результаты, разрабатывать рекомендации по устранению возможных ошибок и осложнений и учитывать их при повторном ортопедическом лечении дефектов твердых тканей зубов, частичной и полной потерей зубов.
9. Применение предложенной цифровой методики оценки точности установки зубных имплантатов способствует повышению результативности всего комплекса имплантационного лечения.

10. Использование цифровой методики определения топографии нейтральной зоны переходной складки слизистой оболочки протезного ложа способствует точному определению границ индивидуальной ложки, повышению качества функционального оттиска и обеспечению лучшей фиксации протезов при ортопедическом лечении пациентов с полной потерей зубов.
11. Для повышения точности диагностики нарушений окклюзии и выбора наиболее рационального плана ортопедического лечения предпочтение следует отдавать сочетанному применению цифровой методики получения изображений зубных рядов, индекса потери окклюзионных контактов и цифровой методики коррекции окклюзионных взаимоотношений зубных рядов.
12. Достижение высокого качества избирательного пришлифовывания зубов обеспечивается сочетанным применением цифровой методики коррекции окклюзионных взаимоотношений и цифрового способа получения изображений зубных рядов.
13. Повышению эффективности ортопедического лечения пациентов с полной потерей зубов способствует сочетанное применение персонифицированной цифровой методики определения нейтральной зоны и цифровой технологии изготовления базисов протезов, способствующие улучшению фиксации и стабилизации полных съемных протезов и снижению их побочного действия на ткани протезного ложа.
14. Повышение экономической эффективности применения цифровых технологий при изготовлении временных коронок, каркасов металлокерамических и коронок из дисиликата лития, каркасов дуговых протезов и съемных протезов с металлическим базисом обеспечивается снижением затрат на себестоимость услуги или за счет уменьшения времени для ее оказания. Лишь изготовление рабочих гипсовых моделей челюстей и базисов полных съемных протезов традиционными методами являются более дешевыми технологиями в сравнении с цифровыми.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**Работы, опубликованные в научных рецензируемых изданиях,
рекомендованных ВАК РФ:**

1. **Вокулова, Ю. А.** Оценка качества краевого прилегания временных искусственных коронок, изготовленных с применением цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Dental Forum. — 2021. — № 1. — С. 23–28.
2. **Вокулова, Ю. А.** Оценка эффективности ортопедического лечения несъемными протезами, изготовленными с применением цифровых и традиционных технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Стоматология для всех. — 2022. — № 2. — С. 4–8.
3. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения качества краевого прилегания временных искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.26269/c2y7-e828 // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2020. — № 4. — С. 65–69.
4. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения размерной точности базисов полных съемных протезов, изготовленных с помощью 3D печати и традиционных технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Стоматология для всех. — 2020. — № 4. — С. 34–39.
5. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения цифровых изображений базисов полных съемных протезов, изготовленных с помощью 3D-печати и традиционных технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.37988/1811-153X_2021_1_131 // Клиническая стоматология. — 2021. — Т. 24, № 1. — С. 131–135. — URL: <http://kstom.ru/ks/article/view/0097-18> (дата обращения: 21.03.2022).
6. **Вокулова, Ю. А.** Результаты клинической оценки качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.37882/2223-2966.2020.12.08 // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2020. — № 12. — С. 176–

182. — URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2020/%E2%84%9612/d22257c8-745e-4e31-97e5-e71c9a9cff45> (дата обращения: 21.03.2022).
7. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка времени изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.37882/2223-2966.2021.01.08 // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2021. — № 1. — С. 137–141. — URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2021/%E2%84%961/88a198a4-f481-473c-b59f-db81476f27f0> (дата обращения: 21.03.2022).
8. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка времени изготовления каркасов дуговых протезов, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Стоматология для всех. — 2021. — № 1. — С. 4–7.
9. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка времени изготовления провизорных протезов, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Проблемы стоматологии. — 2020. — Т. 16, № 3. — С. 38–45.
10. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка качества внутреннего прилегания временных искусственных коронок к культе препарированного зуба, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.37882/2223-2966.2020.09.07 // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2020. — № 9. — С. 142–148. — URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2020/%E2%84%9609/23bedb99-7e3c-4546-84a1-43938828ca31> (дата обращения: 21.03.2022).
11. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка размерной точности каркасов мостовидных протезов, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Проблемы стоматологии. — 2020. — Т. 16, № 4. — С. 130–135.

12. Жулев, Е. Н. Изучение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова**. — DOI 10.17816/2072-2354.2020.20.1.85-90 // Аспирантский вестник Поволжья. — 2020. — № 1/2. — С. 85–90. — URL: <https://journals.eco-vector.com/2410-3764/article/view/54509> (дата обращения: 21.03.2022).
13. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности внутреннего прилегания к культе опорного зуба временных коронок, изготовленных с помощью 3D принтера / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Dental Forum. — 2020. — № 2. — С. 48–50.
14. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова**. — DOI 10.18413/2687-0940-2020-43-2-237-248 // Актуальные проблемы медицины : электронный журнал. — 2020. — Т. 43, № 2. — С. 237–248. — URL: <http://journal-medicine.ru/journal/annotation/25/> (дата обращения: 21.03.2022).
15. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности моделей челюстей, полученных с помощью 3D-принтера по технологии стереолитографии / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова**. — DOI 10.25207/1608-6228-2020-27-1-40-48 // Кубанский научный медицинский вестник. — 2020. — Т. 27, № 1. — С. 40–48. — URL: <https://ksma.elpub.ru/jour/article/view/2071> (дата обращения: 21.03.2022).
16. Жулев, Е. Н. Методика изучения размерной точности временных искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова**. — DOI 10.37882/2223-2966.2020.07.13 // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2020. — № 7. — С. 206–210. — URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2020/%E2%84%9607/eac0d94b-7992-4d2a-9987-30036e891240> (дата обращения: 21.03.2022).
17. Жулев, Е. Н. Оценка размерной точности каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с помощью традиционных и цифровых

- технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Dental Forum. — 2020. — № 3. — С. 27–33.
18. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок, из дисиликата лития, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Стоматология для всех. — 2020. — № 3. — С. 4–9.
19. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка размерной точности искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера по технологии стереолитографии / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. — 2020. — №3. Публикация 1-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-3/1-6.pdf> (дата обращения: 28.05.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16637*

Публикации в журналах,

входящих в международную реферативную базу данных SCOPUS

20. **Вокулова, Ю. А.** Методика коррекции окклюзионных взаимоотношений зубных рядов с помощью цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев, Вельмакина И.В., Брагина О.М., Храмушев Г.Н. — DOI 10.20333/25000136-2022-1-59-65 // Сибирское медицинское обозрение. — 2022. — № 4. — С. 83–88. — URL: [https://smr.krasgmu.ru/index.php?page\[self\]=journal&cat=content&journal=smr&journal_id=86](https://smr.krasgmu.ru/index.php?page[self]=journal&cat=content&journal=smr&journal_id=86) (дата обращения: 02.09.2022).
21. **Вокулова, Ю. А.** Методика оценки точности установки зубных имплантатов с применением цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев. — DOI 10.20333/25000136-2022-1-59-65 // Сибирское медицинское обозрение. — 2022. — № 1. — С. 59–65. — URL: [https://smr.krasgmu.ru/index.php?page\[self\]=journal&cat=content&journal=smr&journal_id=83](https://smr.krasgmu.ru/index.php?page[self]=journal&cat=content&journal=smr&journal_id=83) (дата обращения: 21.03.2022).

Публикации в других изданиях

22. **Вокулова, Ю. А.** Изучение размерной точности временных искусственных коронок, изготовленных с помощью современных цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // The scientific heritage. — 2020. — № 45, ч. 2 — С. 37–43.

23. **Вокулова, Ю. А.** Изучение размерной точности каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с помощью цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Danish scientific journal*. — 2020. — № 35, ч. 2. — С. 30–34.
24. **Вокулова, Ю. А.** Методика оценки качества каркасов частичных съемных протезов, изготовленных с помощью цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Innovative research projects : сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса (Петрозаводск, 14 февраля 2022 г.)* / под ред. И. И. Ивановской, М. В. Посновой. — Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2022. — С. 231–235.
25. **Вокулова, Ю. А.** Методика оценки эффективности ортопедического лечения несъемными протезами, изготовленными с применением цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *European Scientific Conference : сборник статей XXII Международной научно-практической конференции (Пенза, 7 октября 2020 г.)* / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. — Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. — С. 79–84.
26. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения качества краевого прилегания каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных с помощью цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Science and education: problems and innovations : сборник статей VI Международной научно-практической конференции (Пенза, 12 октября 2020 г.)* / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. — Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. — С. 96–102.
27. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения размерной точности временных искусственных коронок, изготовленных с помощью субтрактивных и аддитивных технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Norwegian journal of development of the international science*. — 2020. — № 44, ч. 1. — С. 9–14.
28. **Вокулова, Ю. А.** Результаты изучения точности моделей челюстей, изготовленных с помощью 3D принтера / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Наука, образование, инновации: актуальные вопросы и современные аспекты : сборник статей IV Международной научно-практической конференции (Пенза, 10 октября 2020 г.)* / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. — Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. — С. 199–203.

29. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка времени изготовления моделей челюстей, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Science and technology innovations : сборник статей IV Международной научно-практической конференции* (Петрозаводск, 22 октября 2020 г.) / ред. А. Б. Черемисин. — Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2020. — С. 104–110.
30. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка методик изучения размерной точности моделей челюстей / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт : сборник трудов Тридцать второй Международной научно-практической конференции* (Белгород, 26 октября 2020 г.) / редкол.: С. И. Линник-Ботова, О. А. Гагауз, Н. В. Гулевская. — Белгород : ГиК, 2020. — С. 55–63.
31. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка методик изучения размерной точности искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Проблемы современной медицины: актуальные вопросы : сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции* (Красноярск, 11 ноября 2020 г.) / редкол.: В. В. Анищенко [и др.] ; Инновационный центр развития образования и науки. — Н. Новгород : ИЦРОН, 2020. — Вып. 7. — С. 15–23.
32. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка методик изучения точности каркасов искусственных коронок / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Наука и инновации — современные концепции : сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума* (Москва, 23 октября 2020 г.) / отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. — М. : Инфинити, 2020 — Т. 1. — С. 72–81.
33. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления искусственных коронок из дисиликата лития IPS E.max, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // *Norwegian journal of development of the international science*. — 2020. — № 42, ч. 2. — С. 38–42.
34. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления временных искусственных коронок, полученных с помощью тра-

- диционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // The scientific heritage. — 2020. — № 47, ч. 2. — С. 3–6.
35. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления полных съемных протезов, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Sciences of Europe. — 2020. — № 53, ч. 2. — С. 7–10.
36. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления каркасов дуговых протезов, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // Polish journal of science. — 2020. — № 30, ч. 1. — С. 18–23.
37. **Вокулова, Ю. А.** Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления каркасов металлокерамических коронок, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий / Ю. А. Вокулова, Е. Н. Жулев // International independent scientific journal. — 2020. — № 18, ч. 1. — С. 28–32.
38. Жулев, Е. Н. Изучение качества внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Journal of science. Lyon. — 2020. — № 4, ч. 1. — С. 24–27.
39. Жулев, Е. Н. Изучение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития IPS E.max, изготовленных с помощью современных цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // The scientific heritage. — 2020. — № 46, ч. 3. — С. 6–11.
40. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Znanstvena misel. — 2020. — № 40, ч. 2. — С. 20 — 25.
41. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // International independent scientific journal. — 2020. — № 14, ч. 1. — С. 37–44.
42. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и циф-

- ровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Danish scientific journal. — 2020. — № 34, ч. 1. — С. 3–9.
43. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности моделей челюстей, полученных с помощью 3D принтера / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Polish journal of science. — 2020. — № 26, ч. 1. — С. 21–29.
44. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка качества внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития, изготовленных с помощью цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // International independent scientific journal. — 2020. — № 15, ч. 1. — С. 15–19.
45. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка методик изучения размерной точности каркасов искусственных коронок из дисиликата лития IPS E.max, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Sciences of Europe. — 2020. — № 51, ч. 2. — С. 18–26.
46. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка размерной точности каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Norwegian journal of development of the international science. — 2020. — № 39, ч. 2. — С. 12–16.
47. Жулев, Е. Н. Сравнительная оценка экономического обоснования изготовления моделей челюстей, полученных с помощью традиционных и цифровых технологий / Е. Н. Жулев, **Ю. А. Вокулова** // Danish scientific journal. — 2020. — № 36, ч. 1. — С. 11–15.

Объекты интеллектуальной собственности

Программа для ЭВМ

48. Проверка точности установки дентальных имплантатов : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665044 РФ : № 2021663639 : заявл. 02.09.2021 : опубл. 17.09.2021 / Жулев Е. Н., **Вокулова Ю. А.**, Бухнин А. В. ; правообладатель ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России // Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. — URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2021665044&TypeFile=html (дата обращения: 21.03.2022).

49. Индексная оценка эффективности стоматологического ортопедического лечения : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611371 РФ : № 2022686309: заявл. 28.12.2022: опубл. 19.01.2023 / Жулев Е. Н., **Вокулова Ю. А.**, Бухнин А. В. ; правообладатель ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России // Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. — URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=44e3f20bc6c1e4e6ec1c07f9992f319f> (дата обращения: 22.01.2023).
50. Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023611030 РФ : № 2022686318: заявл. 28.12.2022: опубл. 16.01.2023 / Жулев Е. Н., **Вокулова Ю. А.**, Бухнин А. В. ; правообладатель ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России // Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. — URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=c7b9090b655f7f4fc5b08fb4fa38e99e> (дата обращения: 22.01.2023).

Патенты

51. Способ оценки окклюзионных взаимоотношений зубных рядов : патент № 2 784 783 РФ ; МПК А61С 19/05 (2006.01) G06Т 7/10 (2017.01), СПК А61С 19/05 (2022.08) G06Т 7/10 (2022.08) : № 2021139912 : заявл. 30.12.2021 : опубл. 29.11.2022 / Жулев Е. Н., Вельмакина И. В., **Вокулова Ю. А.**, Храмушев Г. Н. ; заявитель ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России // Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=1518e3106ddc648b6996c1546809cab5> (дата обращения: 30.11.2022).
52. Способ изготовления индивидуальной оттисковой ложки беззубой челюсти : патент № 2 792 389 РФ; МПК А61С 9/00 (2006.01), СПК А61С 9/00 (2022.08) : № 2022118045 : заявл., 01.07.2022 : опубл. 21.03.2023 / Жулев Е. Н., **Вокулова Ю. А.** ; заявитель ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России// Федеральный институт промышленной собственности : [сайт]. <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=edac82edcdc6d9967913b2bf51baa0ac> (дата обращения: 18.05.2023).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВНЧС — височно-нижнечелюстной сустав

КЛКТ — конусно-лучевая компьютерная томография

КХС — кобальт-хромовый сплав

CAD/CAM — система автоматизированного проектирования и изготовления

3D — трехмерное изображение