

*На правах рукописи*



**ХАФИЗОВ ИРЕК РАИСОВИЧ**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ  
БАЛОЧНО-КАРКАСНЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ  
С ОПОРОЙ НА ДЕНТАЛЬНЫЕ ИМПЛАНТАТЫ  
ПРИ ПОЛНОМ ОТСУТСТВИИ ЗУБОВ**

14.01.14- стоматология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Казань – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

**Научный Руководитель** **Миргазизов Марсель Закеевич**, доктор медицинских наук, профессор

**Научный консультант** **Каюмов Айрат Рашитович**, доктор биологических наук, доцент

**Официальные оппоненты** **Тлустенко Валентина Петровна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

**Цаликова Нина Амурхановна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии и гнатологии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород

Защита диссертации состоится «12» декабря 2019 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета КФУ. 14.01. при ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420012, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 74.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета.

Сведения о защите, автореферат и диссертация размещены на официальном сайте КФУ (<http://www.kpfu.ru>).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат медицинских наук, доцент



*Рувинская Г. Р.*

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.** Пациенты с полным отсутствием зубов относятся к категории сложных больных, у которых резко нарушены функции жевания и речи, вся морфология зубочелюстной системы и эстетика лица. В отдельных странах люди, лишенные всех зубов признаются инвалидами и получают определенную социальную поддержку. В отечественной стоматологической литературе этой проблеме посвящено множество публикаций (Копейкин В.Н., Миргазизов М.З., 2001; Воронов А.П., Лебеденко И.Ю. 2006; Арутюнов С.Д., Брагин Е.А., Жолудев С.Е., 2011). В последние десятилетия возрос интерес к проблеме полного отсутствия зубов и это связано с успехами дентальной имплантации. В национальном руководстве дентальная имплантация (2018), опубликованной под редакцией академика РАН Кулакова А.А., ведущие ученые РФ Олесова В.Н., Миргазизов М.З., Гветадзе Р.Ш., Дробышев А.Ю., Лосев Ф.Ф., Иванов С.Ю., Панин А.М., Яременко А.И., и др., убедительно отразили реальные возможности дентальной имплантации для реабилитации пациентов, в том числе и с полным отсутствием зубов. Предлагаются современные методики протезирования на дентальных имплантатах с различными типами телескопических, фрикционных, замковых креплений условно-съёмных протезов.

Использование современных прецизионных цифровых технологий при изготовлении зубных протезов на имплантатах открыли новые возможности для реабилитации пациентов с тотальным отсутствием зубов со сложными клиническими условиями протезирования (Олесова В.Н., 2008-2018; Глустенко В.П., 2014; Заблочкая А.Я., 2015; Цаликова Н.А., 2015; Гажва С.И, 2017; Трезубов В.Н., 2017; Трунин Д.А., 2017; Каливграджян Э.С., 2019 и многие другие).

Ортопедические конструкции выступают как о вещественный результат ортопедического лечения, согласованного и принятого пациентом.

Однако в настоящее время мало исследований, посвященных комплексным изучением конкретных ортопедических конструкций, в том числе и на имплантатах. В этом контексте при полной адентии отсутствует комплексная оценка состояния адекватной клинико-функциональной и гигиенической полноценности многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты.

### **Степень разработанности темы исследования**

Разработано множество научных решений в аспекте протезирования при полном отсутствии зубов, включая, с опорой на дентальные имплантаты. Это работы, направленные на повышение эффективности ортопедического лечения и качества жизни больных с полным отсутствием зубов, усовершенствование протезирования больных с полными съёмными протезами. При этом недостаточно выявлено оценочных критериев ортопедических конструкций. Необходимость оценки конструкции

возникает на этапе планирования лечения, клинико-лабораторных этапах изготовления и в конце завершеного лечения, кроме того, в конфликтных ситуациях появляется необходимость их анализа в соответствующих экспертных организациях. Очевидно, что оценочные характеристики необходимы для широкого круга специалистов. Все вышеперечисленное определило цель и задачи данного исследования.

**Цель исследования** – повышение эффективности лечения при полном отсутствии зубов на основе применения многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты.

**Задачи исследования:**

1) Провести биотехническое описание структуры многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах с последующим конечно-элементным анализом первичной балки как несущей структуры протеза.

2) Исследовать и оптимизировать межкомпонентные соединения ортопедических конструкций и их связи с окружающими мягкими тканями (интерфейс «имплантат-десна»).

3) Изучить устойчивость к биообрастанию полимерных материалов, используемых для изготовления каркасов балочных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты.

4) Провести оценку функционирования ортопедических конструкций на клинических примерах.

5) Разработать практические рекомендации в виде алгоритмов выбора многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты при полном отсутствии зубов.

**Научная новизна исследования**

- Впервые проведены исследования по комплексной оценке многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты, которые, находясь в тесной взаимосвязи с тканевыми комплексами зубочелюстной системы, образуют лечебные биотехнические системы, представляющие собой овеществленный результат завершеного ортопедического лечения у больных с полным отсутствием зубов.

- Впервые дана комплексная оценка многокомпонентным балочно-каркасным ортопедическим конструкциям на дентальных имплантатах при полном отсутствии зубов, в частности, структуре, строению, биотехническим и техническим интерфейсам, степени микробиологического биообрастания и эффективности новых методов очистки современных конструкционных материалов.

- Впервые определены закономерности и алгоритмы проведения метода обратного проектирования для многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с установлением напряженно-деформированных

состояний в зависимости от положения имплантатов и вида конструкционных материалов.

- Впервые показана высокая функциональная эффективность применения многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с использованием объективной оценки методом аксиографии.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Расширены научные представления о структуре, строении, биотехнических и технических интерфейсах, многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций.

Впервые выделены главные компоненты биотехнических систем, подлежащие оценке в виде технических и биотехнических интерфейсов: имплантат-кость, имплантат-балка, имплантат-десна, балка-супраструктура, супраструктура-базис. Показаны возможности их оптимизации на основании применения новых цифровых технологий с последующим конечно-элементным анализом напряженно-деформированных состояний ортопедических конструкций.

Разработано устройство для иссечения десны и малоинвазивного раскрытия интерфейса «имплантат-заглушка» при двухфазной имплантации (патент РФ на полезную модель № 167742).

Создан способ микробиологической оценки плотности соединительных узлов дентальных имплантатов и зубных протезов (патент РФ на изобретение № 2570289).

Создана оценочная шкала, в результате проведения функциональных исследований, основанная на принципе приближения полноценности восстановленного протезами жевательного аппарата к функциональным показателям нормы.

При изучении полимерных конструкционных материалов, установлен факт преимущества использования ультразвуковой щетки, что позволяет рекомендовать ее при выборе средств гигиены для больных, пользующихся протезами, изготовленными из данных материалов.

Разработаны практические рекомендации для адекватного выбора, улучшения методов изготовления и анализа, многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты.

#### **Методология и методы диссертационного исследования**

Методологической основой исследования является комплексный подход, реализованный автором с применением экспериментально-клинических, микробиологических, лабораторных, параметрических, статистических исследований, а также опытно-конструкторских работ.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

Структурный анализ ортопедической конструкции, ее элементов, образующих технические интерфейсы: «имплантат-балка», «имплантат-абатмент-первичная балка-контрбалка-каркас с искусственными зубами» позволяет оценить зубной протез как техническое изделие. Дальнейший анализ биотехнических интерфейсов: «имплантат-кость», «имплантат-абатмент-

десна», «зубные ряды-антагонисты», «окклюзия-сустав» приводит к оценке многокомпонентной балочно-каркасной ортопедической конструкции на имплантатах как лечебную систему, представляющую собой овеществленный результат завершеного ортопедического лечения больных с полным отсутствием зубов.

Применение метода искровой эрозии при изготовлении сложных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах способствует улучшению качества создания интерфейсов и приводит к достижению эстетического и функционального оптимума.

Использование универсального иссекателя позволяет малоинвазивно и качественно формировать интерфейсы «имплантат-кость», «имплантат-десна» перед изготовлением сложных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах.

### **Степень достоверности**

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном по объему экспериментальном и клиническом материале, применении современных методов исследования и статистической обработке полученных данных. Результаты диссертационной работы проанализированы с помощью общепринятых методов статистики и методологии доказательной медицины. Предложенный комплекс методов оценки качества изготовления многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах, дополняют существующие подходы, и расширяет возможности специалистов в области стоматологии, ресурсы медицинской организации для оценки и повышения качества лечения.

### **Апробация результатов работы**

Основные теоретические и научно-практические результаты работы обсуждались и получили положительную оценку на 87-й Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых, посвященной 155-летию со дня рождения Л.О. Даркшевича (Казань, 21–22 марта 2013 г.), ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; на 79-й Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Вопросы теоретической и практической медицины» (г. Уфа, 23–25 апреля 2014 г.), ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; на VI Национальном фестивале имплантологов, посвященном 30-летию приказа Минздрава СССР №310 «О мерах по внедрению в практику метода ортопедического лечения с использованием имплантатов» (Москва, 7 февраля 2016 г.); на Международной конференции «Биосовместимые материалы и новые технологии в стоматологии» (Казань, 27–28 ноября 2014 г.), ФГАОУ ВО КФУ; на Международной конференции «Качество оказания медицинской стоматологической помощи: способы достижения, критерии и методы оценки» (Казань, 17–18 марта 2016 г.), ФГАОУ ВО КФУ; на научно-практической конференции «Инновационные технологии в стоматологической практике»

(Москва, 14 декабря 2017 г.), Профессорский медицинский центр «Исида»; на конференции «Инновационные технологии в клинических случаях» (Москва, 8 февраля 2018 г.), «СК Президент»; на IX Национальном фестивале имплантологии «Ошибки в дентальной имплантологии: причины и устранение» (Москва, 23 сентября 2018 г.); на XI Российской научно-практической конференции «Здоровье человека в 21 веке» (Казань, 29–30 марта 2019 г.).

Апробация диссертации проведена на расширенном заседании кафедры стоматологии и имплантологии ИФМиБ КФУ (протокол № 1 от 11.06.2019 г.).

#### **Личное участие автора в разработке темы**

Автором диссертации совместно с научным руководителем и научным консультантом разработаны главные направления научного исследования, сформулирована цель, поставлены задачи исследовательской работы. Диссертантом лично выполнена основная часть экспериментальных исследований (клинические и лабораторные исследования), проведен анализ полученных результатов и сформулированы выводы и практические рекомендации. Обсуждение и подготовка статей к публикации (написание и редактирование) проводились совместно с соавторами. При личном участии автора проведено протезирование пациентов с полной адентией с использованием многокомпонентных балочно-каркасных конструкций с опорой на дентальные имплантаты.

**Результаты исследования внедрены** в учебный процесс на кафедре стоматологии и имплантологии ИФМиБ КФУ, практические результаты работы и практические рекомендации используются в лечебном процессе стоматологического центра «Имплантстом» г. Казани, стоматологической поликлинике № 9 г. Казани, исследования внедрены в практику работы сети клиник «Президент», г. Москва.

#### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 11 печатных работ, из них 6, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в том числе 3 из них – в журналах, включенных в международную базу данных SCOPUS, получено 2 патента РФ.

#### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 160 страницах напечатанного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, 4 глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций, списка литературы (121 отечественного и 37 зарубежных источников), 6 приложений. Диссертация содержит 9 таблиц и 66 рисунков.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** представлен обзор современных критериев выбора ортопедических конструкций при лечении пациентов с полным отсутствием зубов. Рассматриваются вопросы технологических и клинических требований к протезам с опорой на имплантаты, их структурным элементам, соединительным узлам, технологиям изготовления, физико-химическим свойствам, предъявляемым к конструкционным материалам протезов. Раскрывается роль обработки интерфейсов имплантационных систем для микробиологической защищенности соединительных узлов и долговременной службы данных конструкций. Освещаются аспекты современного состояния развития цифровых технологий для возможности объективной оценки функционирования зубочелюстной системы и ортопедических конструкций.

**Во второй главе** описываются основные этапы, объем и методы исследования, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы, объем и методы исследований

Этапы исследования	Методы исследования	Объем исследования
Проведение структурного и параметрического анализа особенностей технологии изготовления многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах	1. Сканирование и 3D-анализ	10 первичных балок, 10 вторичных каркасов многокомпонентных балочно-каркасных конструкций. Множественные интерфейсы: «имплантат-мультиюнит», «имплантат-первичная балка», «имплантат-мультиюнит-первичная балка», «первичная балка-вторичный каркас», поверхности балки, замковые зазоры
Проведение сравнительной оценки способов формирования интерфейса «имплантат-десна» в зависимости от степени погружения имплантатов в кость	1. Опытно-конструкторский 2. Атравматичное иссечение десны и костной ткани	Патент на полезную модель № 167742 «Иссекатель десны» от 10.01.2017 г. 27 пациентов, 108 имплантатов



Этапы исследования	Методы исследования	Объем исследования
<p>Проведение структурного и параметрического анализа особенностей технологии изготовления многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах</p>	<p>1. Сканирование и 3D-анализ</p>	<p>10 первичных балок, 10 вторичных каркасов многокомпонентных балочно-каркасных конструкций. Множественные интерфейсы: «имплантат-мультиюнит», «имплантат-первичная балка», «имплантат-мультиюнит-первичная балка», «первичная балка-вторичный каркас», поверхности балки, замковые зазоры</p>
<p>Оценка степени герметичности соединительных узлов ортопедических конструкций на дентальных имплантатах с различными вариантами обработки их интерфейсов</p>	<p>1. Экспериментально-лабораторный</p>	<p>Одиночные интерфейсы «имплантат-абатмент» – 15, «имплантат-супраструктура», блокированные интерфейсы на четырех опорах–20. По пять независимых повторений для одиночных и множественных интерфейсов. Патент №2530289 «Способ микробиологической оценки плотности соединительных узлов дентальных имплантатов и зубных протезов» от 10.11.2015 г.</p>
<p>Оценка степени устойчивости к биообрастанию полимерных материалов, используемых для изготовления каркасов балочных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты</p>	<p>1. Экспериментально-лабораторный</p>	<p>40 образцов заготовок полимерных базисных материалов размером 10 × 20 × 2 мм. 4 вида полимерных базисных материала по 2 штуки каждый для контрольной и исследуемой группы в пяти независимых повторениях</p>

Этапы исследования	Методы исследования	Объем исследования
Проведение структурного и параметрического анализа особенностей технологии изготовления многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах	1. Сканирование и 3D-анализ	10 первичных балок, 10 вторичных каркасов многокомпонентных балочно-каркасных конструкций. Множественные интерфейсы: «имплантат-мультиюнит», «имплантат-первичная балка», «имплантат-мультиюнит-первичная балка», «первичная балка-вторичный каркас», поверхности балки, замковые зазоры
	2. Атомно-силовая микроскопия	60 образцов заготовок полимерных базисных материалов размером 10 × 20 × 2 мм. 4 вида полимерных базисных материала по 3 штуки, каждый для трех исследуемых групп, в пяти независимых повторениях
Проведение оценки функционирования ортопедических конструкций на клинических примерах	1. Клинический	Обследование пациентов, интерфейсов с помощью основных и дополнительных методов
	2. Функциональный 3. Рентгенологический (компьютерная томография)	27 функциональных исследований 54 КТ-снимка

Были использованы следующие методы исследования: макроскопические, экспериментально-лабораторные, микробиологические, клинические, функциональные, рентгенологические, а также метод атомно-силовой микроскопии, 3D-сканирования и обратного проектирования.

Было проведено клинико-лабораторное исследование 106 пациентов с полным отсутствием зубов. Из них 41 пациент – женщины в возрасте 53–93 года; 65 – мужчины 42–95 лет. Одному пациенту полная адентия была

восстановлена с помощью несъемного протезирования на дентальных имплантатах на верхней и на нижней челюстях. Трём пациентам на нижней челюсти было проведено несъемное протезирование с опорой на дентальные имплантаты, на верхней челюсти изготовлены полные съёмные пластиночные протезы. 27 пациентам были изготовлены многокомпонентные балочно-каркасные условно-съёмные протезы на нижней челюсти, на верхней челюсти изготовлены полные съёмные пластиночные протезы, остальным пациентам изготовлены полные съёмные пластиночные протезы на верхней и нижней челюстях.

Настоящая работа выполнена на основании собственных исследований, проведенных на кафедре стоматологии и имплантологии КФУ. Микробиологические, экспериментально-лабораторные исследования, атомно-силовая микроскопия выполнены в научных лабораториях ИФМиБ КФУ.

Клинико-лабораторные, РКТ-исследования проходили на клинических базах КФУ, в стоматологическом центре «Имплантстом» г. Казани, в стоматологической поликлинике № 9 г. Казани, по стандартным методикам в соответствии с принятыми этическими нормами после получения информированного согласия пациента.

**Третья глава** посвящена структурному и параметрическому исследованию многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с конечно-элементным анализом их напряженно-деформированных состояний. Для решения данной задачи был применен метод обратного проектирования. В процессе сканирования проводилось измерение зуботехнического изделия с ее последующей реконструкцией в виде трехмерной модели. Трехмерные изображения, были получены системой сканирования зуботехнических изделий, в частности балок, изготовленных сертифицированными специалистами – зубными техниками для пациентов («живые работы»). В программе моделирования были измерены и получены замеры различных балок, это было особенно важно для измерения труднодоступных частей балки. Таким образом, были проведены замеры 10 различных балок, выявлены множество их параметров. Затем проведено определение средних значений и статистическая обработка данных. Полученные средние статистические данные были использованы для создания конечно-элементной модели для изучения напряженно-деформированного состояния в программе ANSYS. (рисунок 1).

Далее были изучены закономерности распределения нагрузок в зависимости от типа используемого конструкционного материала и исходной формы первичной балки. За основу численного эксперимента были взяты три исходных состояния. Исследования были проведены в трех группах с четырьмя видами исходных материалов с учетом их характерных физико-химических свойств: состава, модуля упругости, предела прочности (таблица 2).

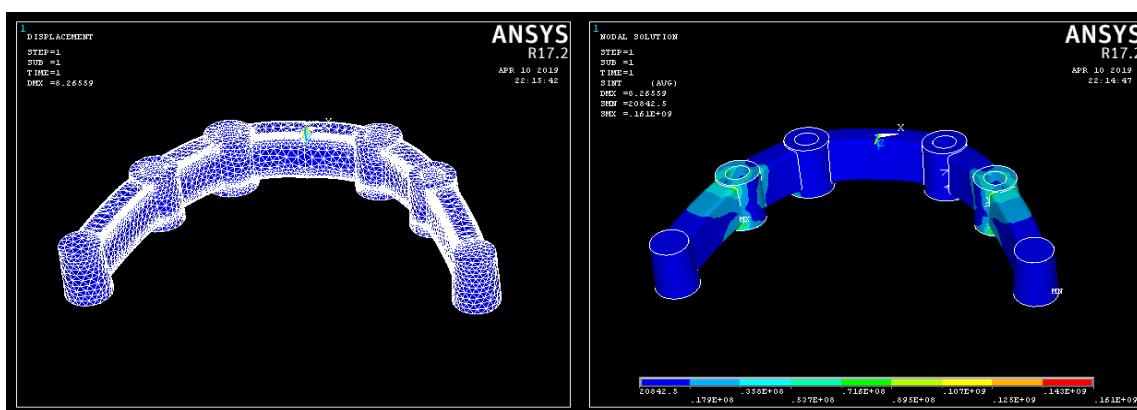


Рисунок 1. Конечно-элементная модель, распределение интенсивности напряжений по всей балке

1. Первая группа: благоприятные условия для протезирования – соблюдена параллельность при установке всех имплантатов, дентальные имплантаты установлены соответственно альвеолярной дуге и не выходят за ее пределы.

2. Вторая группа: неблагоприятные условия для протезирования – дентальные имплантаты установлены вне альвеолярной дуги и выходят за ее пределы при соблюдении относительной параллельности имплантатов.

3. Третья группа: неблагоприятная для протезирования – при установке имплантатов нарушена параллельность установки с наклоном каждого из имплантатов в пределах 15–25°.

Таблица 2. Исходные группы для исследования и конструкционные материалы

Конструкционный материал	Исходная ситуация			Модуль упругости (Гпа)	Предел прочности (Мпа)
	Соблюдена параллельность при установке всех имплантатов, дентальные имплантаты установлены соответственно альвеолярной дуге и не выходят за ее пределы	Дентальные имплантаты установлены вне альвеолярной дуги и выходят за ее пределы при соблюдении относительной параллельности имплантатов	При установке имплантатов нарушена параллельность установки с наклоном каждого из имплантатов в пределах 15–25°		
КХС				250	850
ПЭЭК				5	185
Сплав титана				110	520
Оксид циркония				205	180

Проведенное исследование по первой группе показало, что максимальная концентрация напряжения независимо от вида конструкционного материала локализовалась в области основания консольной части балки. Для КХС уровень напряженности  $f$  составлял 0,29, для ПЭЭК – 1,35, для сплава титана – 0,48 и

для оксида циркония – 1,39. Данный тип конструкций при заданных условиях допустимо изготавливать при использовании металлических материалов. Для оксида циркония и ПЭЭК данная конструкция является недопустимой, так как напряжение, возникающее при их использовании, превышает 1, что может привести к разрушению конструкции (рисунок 2).

Результаты исследования во второй группе позволили проанализировать данные и прийти к следующему заключению: максимальная концентрация напряжения независимо от вида конструкционного материала локализовалась в области дистальных имплантатов балки. Для КХС уровень напряженности составил 0,29, для ПЭЭК – 1,34, для сплава титана – 0,47 и для оксида циркония – 1,38. Данный тип конструкции при исходных неблагоприятных условиях допустимо изготавливать с использованием металлических материалов, так как изменение положения имплантатов вне альвеолярной дуги существенно не влияет на концентрацию напряжения. Для оксида циркония и ПЭЭК данная конструкция является недопустимой, так как напряжение, возникающее при их использовании, также превышает 1 и может привести к разрушению конструкции. Таким образом, напряжение, возникающее в балке, в большей степени зависит от физико-химических свойств материалов и в меньшей степени – от положения имплантатов вне альвеолярной дуги.

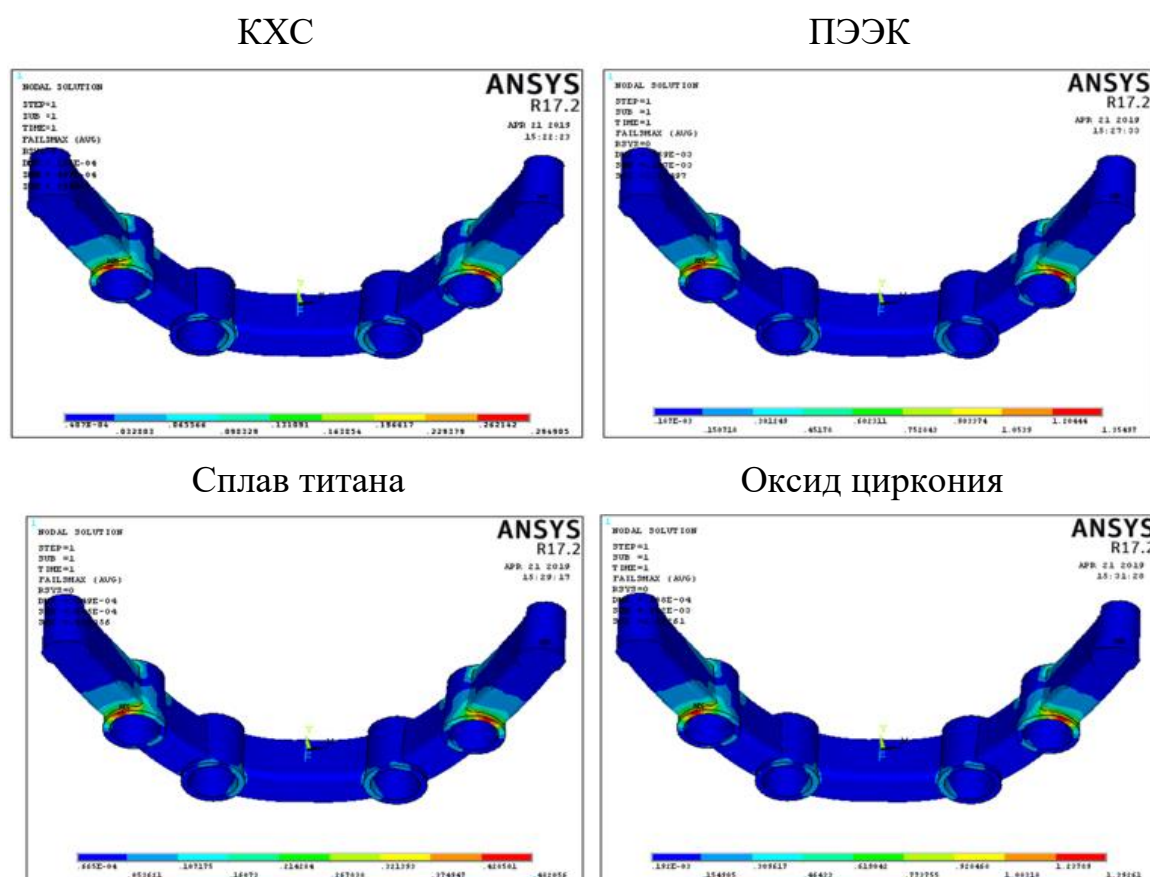


Рисунок 2 – Концентрация напряжений в первой исследуемой группе

Исследования в третьей группе показывают, что максимальная концентрация напряжения независимо от вида конструкционного материала

локализовалась в области дистальных имплантатов балки. Для КХС уровень напряженности составил 0,42, для ПЭЭК – 3,27, для сплава титана – 0,69 и для оксида циркония – 2,0. Данный тип конструкции при исходных неблагоприятных условиях допустимо изготавливать с использованием металлических материалов при изменении наклона имплантатов в пределах 15–25°. Для оксида циркония и ПЭЭК данная конструкция является недопустимой, так как напряжение, возникающее при их использовании, также превышает 1 и может привести к разрушению конструкции.

Можно отметить, что изменение наклона имплантатов в пределах 15–25° существенно влияет на уровень напряженности в балке по сравнению с первой и второй группами, можно наблюдать увеличение концентрации напряжений на 45%.

Таким образом, напряжение, возникающее в балке, в большей степени зависит от физико-химических свойств конструкционных материалов. Для снижения концентрации напряжения важно соблюдать параллельность установки имплантатов по отношению друг к другу. Это в большей степени влияет на рост напряжения в балки. В меньшей степени на концентрацию напряжения влияет положение имплантатов вне альвеолярной дуги.

Такая оценка напряженно-деформируемых состояний балочно-каркасных конструкций может быть осуществлена в любой зуботехнической лаборатории при традиционном способе моделирования первичного каркаса балки за счет применения метода обратного проектирования и совмещения его с программами конечно-элементного анализа, что знаменует собой переход к современным цифровым технологиям.

**В четвертой главе** представлены результаты оценки степени плотности соединительных узлов дентальных имплантатов с десной и структурными элементами ортопедических конструкций.

Для полноценного функционирования интегрированных дентальных имплантатов и профилактики осложнений огромную роль играет создание защитно-барьерной функции интерфейсов «имплантат-десна», «имплантат-кость». Для этого в настоящее время используются различные способы иссечения и формирования десны с использованием скальпеля и ушиванием раны, лазера, триммера и других инструментов при формировании десны после двухэтапной имплантации. В нашей работе было изобретено устройство (**патент от 11.01.2017 г. №167742 «Иссекатель десны»**) для иссечения десны и костной пластинки при «замуровывании» заглушки остеоинтегрированного дентального имплантата при двухфазной имплантации и составлена схема атравматичного иссечения и формирования десны. Разработанное устройство обладает следующими преимуществами: малоинвазивное иссечение, отсутствие необходимости наложения швов и снятия швов, уменьшение количества приемов пациента. Преимущество малоинвазивного воздействия на мягкие ткани осуществляется тем, что создаются лучшие условия для формирования имплантато-эпителиального соединения. Такой метод снижает

послеоперационные боли, снижает применение болеутоляющих средств по сравнению с традиционной методикой.

Для определения степени плотности соединительных узлов ортопедических конструкций на дентальных имплантатах с различными вариантами обработки их интерфейсов были проведены сравнительные экспериментально-микробиологические исследования.

Исследования были проведены в четырех независимых экспериментах. Интерфейс «имплантат-абатмент» только после литья и пескоструйной обработки без полировки абатмента имел более плотное соединение, чем в последующей группе необработанных имплантатов, и обладал большей герметичностью в  $(8\pm 2,3)\%$  случаев микробного роста на 24-й час культивирования, оптическая плотность культуры при длине волны 600 нм ( $OP_{600}$ ) достигала значения 1.2-1.4.

В группе с пескоструйной обработкой интерфейса «имплантат-абатмент» после литья и полировкой абатмента без искроэрозионной обработки соединительного узла в  $(25\pm 7,2)\%$  случаев наблюдался микробный рост в среде после 24 часов культивирования, оптическая плотность культуры при длине волны 600 нм достигала значения 1.5-1.8.

В группе интерфейса «имплантат-абатмент» после литья и полировки абатмента с искроэрозионной обработкой соединительного узла микробного роста в среде не обнаружилось (таблица 3).

Таблица 3. Частота попадания микробного заражения из соединительного узла в среду культивирования (24-й час культивирования)

Способы обработки интерфейса «имплантат-абатмент»	Частота попадания микробного заражения из соединительного узла в среду культивирования (%)	Оптическая плотность питательной среды через 24 часа культивирования ( $OP_{600}$ )
Искроэрозионная обработка	0 (случаи попадания отсутствуют)	0
Пескоструйная обработка интерфейса и полировка абатмента	$25\pm 7,2$	1.5–1.8
Пескоструйная обработка (без полировки)	$8\pm 2,3$	1.2–1.4

Микробиологическая оценка качества прилегания соединительных узлов при одиночных и множественных имплантатных опорах с искроэрозионной обработкой интерфейсов показала высокую степень герметичности по сравнению с другими способами обработки. По результатам работы получен патент на изобретение № 2570289 «Способ микробиологической оценки плотности соединительных узлов дентальных имплантатов и зубных протезов» от 10 ноября 2015 года.

В пятой главе описываются результаты оценки устойчивости полимерных конструкционных материалов к биообрастанию для изготовления каркасов балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты. Был проведен сравнительный анализ четырех полимерных материалов, которые в настоящее время широко используются в ортопедической стоматологии в качестве базисных пластмасс для частичных съемных, полных съемных и условно-съемных протезов (Polyflex Plus, Flexistrong Plus, Dentalos Plus), а также в качестве первичной и вторичной балки ортопедических конструкций на дентальных имплантатах (PEEK).

В результате первая группа материалов была покрыта 48-часовой биопленкой, образованной микрофлорой полости рта. Во второй группе поверхность материалов также была покрыта 48-часовой биопленкой, образованной микрофлорой полости рта, но очищена от 48-часовой биопленки с помощью щетки. В третьей группе поверхность материалов также была покрыта 48-часовой биопленкой, образованной микрофлорой полости рта, но очищена от 48-часовой биопленки с помощью ультразвуковой зубной щетки Emmi dental.

На первом этапе оценивали количество жизнеспособных клеток на поверхности (рисунок 3).

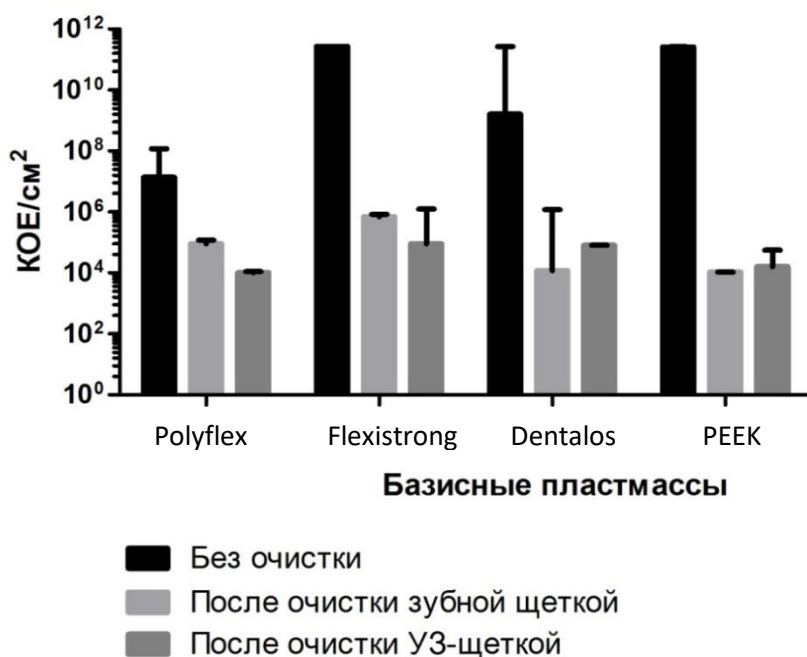


Рисунок 3 – Количество жизнеспособных клеток ( $\text{KOE}/\text{cm}^2$ ) на поверхностях полимерных материалов, загрязненных в течение 48 часов биопленкой *S. mutans* до и через 5 минут после обработки механической и ультразвуковой зубной щеткой

Количество КОЕ на загрязненных Dentalos Plus, Flexistrong Plus и PEEK было одинаковым ( $10^{11}$  КОЕ/ $\text{cm}^2$ ) и только у Polyflex составляла  $10^8$  КОЕ/ $\text{cm}^2$ .

После очистки обеими видами зубных щеток КОЕ во всех пластмассах значительно снизилась до 6 порядков – с  $10^{11}$  КОЕ/ $\text{cm}^2$  до  $10^5$  КОЕ/ $\text{cm}^2$ . При



использовании ультразвуковой щетки по сравнению с мануальной щеткой во всех пластмассах наблюдалась уменьшение КОЕ на 2 порядка.

Поверхности полимерного материала в исходном состоянии после биообрастания и после очистки ручной и ультразвуковой зубной щеткой также анализировали с помощью атомно-силовой микроскопии. (рисунок 4).

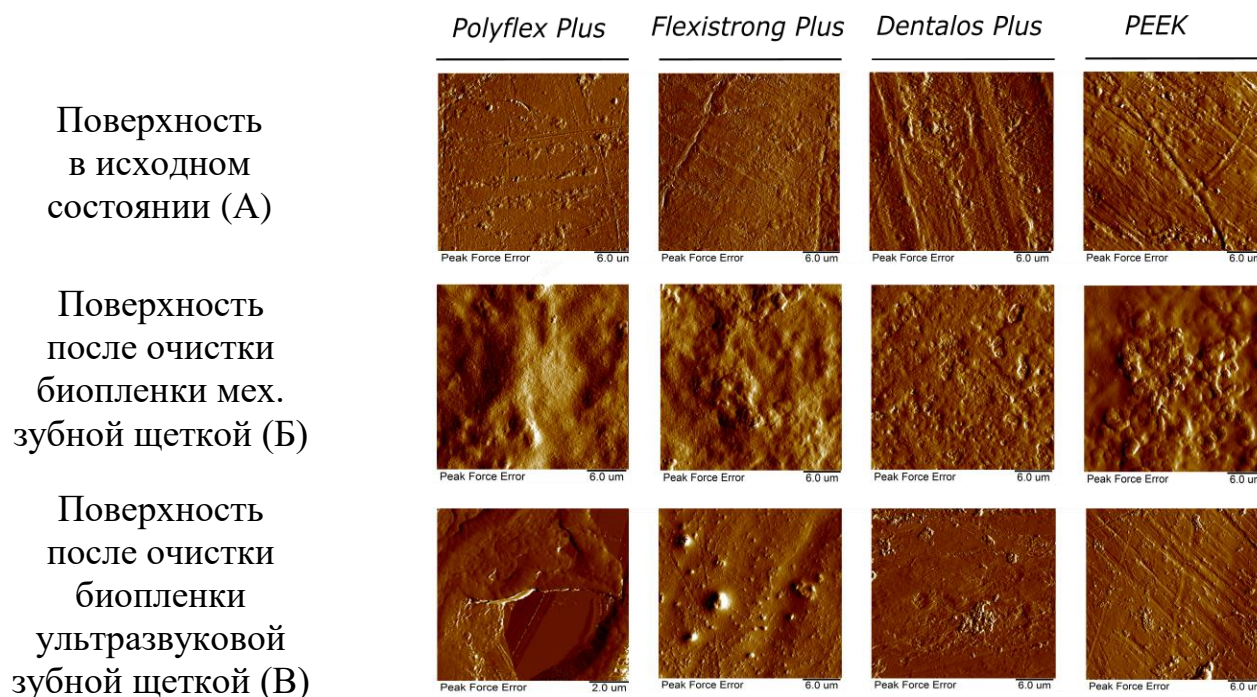


Рисунок 41 – Атомно-силовая микроскопия (топология поверхности) поверхностей полимерных материалов (*Polyflex Plus*, *Flexistrong Plus*, *Dentalos Plus*, PEEK), загрязненных 48-часовой биологической пленкой *S. mutans* (А), загрязненных 48-часовой биологической пленкой *S. mutans* после очистки с помощью механической зубной щетки (Б) и после очистки с помощью ультразвуковой зубной щетки (В)

После чистки на поверхностях всех материалов наблюдалось наличие остаточного органического материала со скоплениями клеток и повреждением пластмассы. Неожиданно *Polyflex Plus* был нестабилен во время манипуляций (биообрастание) и был разрушен во время чистки зубной щеткой. Шероховатость *Flexistrong Plus* и PEEK была выше по сравнению с необработанным материалом, по-видимому, из-за механического повреждения зубной щеткой.

Полученные данные показывают, что ни один из испытанных пластиков не был полностью очищен щеткой. С другой стороны, *Dentalos Plus* демонстрировал наименьшую устойчивость к загрязнению биопленками *S. mutans*, вероятно, из-за неровной поверхности, обеспечивающей лучшую адгезию бактерий. Кроме того, механические повреждения пластмасс во время чистки увеличивают вероятность образования биопленок. Таким образом, проведенные исследования по сравнению эффективности зубных щеток

позволяют говорить о целесообразности использования ультразвуковой щетки для очистки зубных протезов, изготовленных из полимерных пластмасс.

**В шестой главе** рассматриваются результаты лечения на клинических примерах, которые оценивались с применением инструментальных методов функционального анализа и окклюзии. Была предложена оценочная шкала, основанная на принципе приближения восстановленного протезами жевательного аппарата к функциональным показателям нормы. Полное соответствие норме функциональных показателей движений нижней челюсти и окклюзии условно было оценено как 10 баллов. При наличии отклонений от нормы функциональных показателей аксиографии происходит снижение балльных оценок до 2 единиц. Были систематизированы оценочные функциональные показатели и проведена интегральная оценка клинического случая после завершенного лечения, которая позволяет рекомендовать к широкому применению многокомпонентные балочно-каркасные конструкции с опорой на дентальные имплантаты пациентам при полном отсутствии зубов.

## ВЫВОДЫ

1. Ортопедические конструкции при полном отсутствии зубов на имплантатах представляют собой сложную многоэлементную структуру, состоящую из различных материалов (титан, полимеры, сплавы металлов, КХС, керамика, композиты), образующие множественные интерфейсы: «имплантат-кость», «имплантат-абатмент-десна», имеющие разнообразные конфигурации элементов в виде поверхностей, щелей (зазоров), заселенные микроорганизмами, трудно устранимыми традиционными методами чистки зубов и другими средствами гигиены полости рта, благоприятствующими жизнедеятельности микроорганизмов. Разработанная структурная схема балочно-каркасной ортопедической конструкции и проведенный структурный анализ, позволили выделить главный компонент системы – первичную балку.

2. Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния первичной балки как несущей структуры протеза в зависимости от положения имплантатов и конструкционного материала показал, что максимальная концентрация напряжения независимо от вида материала при оптимальном положении имплантатов (1-я группа) локализовалась в области основания консольной части балки; при расположении имплантатов вне альвеолярной дуги (2-я группа) максимальная концентрация напряжения независимо от вида конструкционного материала локализовалась в области дистальных имплантатов. Однако интенсивность напряжения, возникающая в балке, в большей степени зависит от физико-химических свойств материалов и в меньшей степени – от положения имплантатов вне альвеолярной дуги; изменение наклона имплантатов в пределах 15–25° независимо от конструкционного материала балки (3-я группа) существенно влияет на уровень напряженности в балке по сравнению с 1-й и 2-й группами – происходит увеличение концентрации напряжений на 45%.

3. Для анализа и оптимизации межкомпонентных соединений и связей супраструктурных элементов имплантатов с мягкими тканями использован метод искроэрозионной обработки соединительных узлов разработано универсальное устройство и алгоритм малоинвазивного иссечения десны.

4. Микробиологическая оценка показала зависимость микробной инвазии от способа обработки соединений: при искроэрозионной обработке (1-я группа) интерфейсов наблюдалось отсутствие микробного роста и высокая степень точности посадки, высокая степень межкомпонентного соответствия; при пескоструйной обработке без полировки (2-я группа) наблюдали в  $(8 \pm 2,3)\%$  случаев микробный рост на 24-й час культивирования, значение оптической плотности составило 1.2-1.4 при длине волны в 600 нм; при пескоструйной обработке с полировкой (3-я группа) в  $(25 \pm 7,2)\%$  случаев наблюдался микробный рост уже на 12-й час культивирования, а оптическая плотность культуры составляла 1.5-1.8 при 600 нм. Сравнительная экспериментально-микробиологическая оценка качества изготовления соединительных узлов имплантатов свидетельствует о необходимости включения этапа искроэрозионной припасовки интерфейса «имплантат-абатмент», при изготовлении зубных протезов с опорой на внутрикостные имплантаты после получения металлического каркаса супраструктуры методом литья.

5. При изучении устойчивости к биообрастанию полимерных материалов установлено: количество КОЕ на загрязненных Dentalos Plus, Flexistrong Plus и РЕЕК было одинаковым ( $10^{11}$  КОЕ/см<sup>2</sup>) и только у Polyflex Plus составляла ( $10^8$  КОЕ/см<sup>2</sup>); после очистки зубными щетками КОЕ во всех пластмассах значительно снизилась до 6 порядков от  $10^{11}$  КОЕ/см<sup>2</sup> до  $10^5$  КОЕ/см<sup>2</sup>; при использовании ультразвуковой щетки по сравнению с мануальной щеткой во всех пластмассах наблюдалась уменьшение КОЕ на 2 порядка, что указывает на целесообразность использования ультразвуковой щетки для очистки зубных протезов изготовленных из полимерных пластмасс.

6. Разработаны алгоритмы обоснованного выбора многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты, основанные на результатах углубленной диагностики, обследования пациентов с использованием современных методов исследования зубочелюстной системы (КТ, аксиография), формулировки полноценного диагноза, планирования лечения с использованием графических компьютерных технологий прогнозирования функциональной эффективности с учетом клинических, технологических и гигиенических требований.

7. Осуществлена оценка функционирования многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты на клинических примерах, которая показала их функциональную и эстетическую полноценность при использовании данных конструкций протезов. Предложена оценочная шкала, основанная на принципе приближения восстановленного протезами жевательного аппарата к функциональным показателям нормы. Полное соответствие норме функциональных показателей движений нижней челюсти и окклюзии условно оценено как 10 баллов.

Отклонение от нормы функциональных показателей аксиографии соответствует снижению балльных оценок до 2 единиц.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Для практического применения в стоматологических организациях, занимающихся комплексным лечением больных с полным отсутствием зубов с использованием сложных многокомпонентных ортопедических конструкций на имплантатах, рекомендованы следующие предложения:

1. Способ малоинвазивного раскрытия соединительного узла – интерфейса «имплантат-заглушка» и формирования десны при двухфазной имплантации.

2. Способ микробиологической оценки плотности соединительных узлов дентальных имплантатов и зубных протезов.

3. Разработанные алгоритмы изготовления сложных многокомпонентных ортопедических конструкций на имплантатах, применяемых для реабилитации больных с полным отсутствием зубов.

4. Применение метода обратного проектирования и программы конечно-элементного анализа зуботехнических изделий для оценки адекватности выбранной и изготовленной ортопедической конструкции.

5. Критерии адекватности выбора многокомпонентных балочно-каркасных ортопедических конструкций на имплантатах: отсутствие противопоказаний к дентальной имплантации; достаточная межальвеолярная высота для размещения конструкции; наличие клинических и лабораторных возможностей изготовления конструкции; выполнение технических и микробиологических требований к интерфейсам; оптимальное состояние движений нижней челюсти и ВНЧС; обеспечение протезом функции поддержки для губ, щек и других мышц лица; оптимальное распределение жевательной нагрузки на имплантаты и протезное ложе; максимальное приближение к морфо-функциональному и эстетическому оптимуму жевательного аппарата и речи.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

В будущем предполагается дальнейшее использование методов обратного проектирования не только для анализа многокомпонентных балочно-каркасных протезов, но и других ортопедических конструкций с целью перехода на цифровые технологии всех разделов ортопедической стоматологии.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Хафизов, И.Р.** Оценка качества изготовления интерфейса имплантат-абатмент / И.Р. Хафизов, М.З. Миргазизов, А.Р. Каюмов, А.А. Ризванов, А.Р. Хаирутдинова // Биосовместимые материалы и новые технологии в стоматологии: сборник статей Международной конференции / науч. ред. Р.Г. Хафизов. – Казань, 2014. – С. 140–144.
2. **Хафизов, Р.Г.** Оценка качества изготовления соединительных узлов супраструктурных элементов при изготовлении зубных протезов на внутрикостных имплантатах / Р.Г. Хафизов, М.З. Миргазизов, Ф.А. Хафизова, Р.М. Миргазизов, А.Р. Хаирутдинова, И.Р. Хафизов // **Российский вестник дентальной имплантологии.** – 2014. – № 1 (29). – С. 48–52.
3. **Хафизов, И.Р.** Экспериментально-микробиологическая оценка качества изготовления интерфейса имплантат-абатмент / И.Р. Хафизов // Вопросы теоретической и практической медицины: сборник материалов 79-ой Всероссийской конференции студентов и молодых ученых. -Уфа, 2014. – С. 1607-1611.
4. **Хафизов, И.Р.** Разработка атравматичного способа иссечения и формирования десны вокруг интегрированных дентальных имплантатов / И.Р. Хафизов, М.З. Миргазизов // Молодой ученый. – 2015. – № 23 (103). – С. 386–389.
5. **Хафизов, И.Р.** Экспериментально - морфологическое обоснование применения стромально - васкулярной фракции жировой ткани для наращивания костной ткани в зонах дентальной имплантации / И.Р. Хафизов, Ф.А.Хафизова , Е.Ю.Закирова , А.Р. Хаирутдинова , М.А. Багманов, М.А. Сергеев , А.А.Ризванов, М.З.Миргазизов // **Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения.** 2015. № S. С. 199-201.
6. Хафизова, Ф.А. Изучение состава и сравнительный анализ бактериальных сообществ образцов слизистой оболочки десен в норме и при воспалении в зонах дентальной имплантации / Ф.А. Хафизова, О.Н. Ильинская, А.М. Зиганшин, **И.Р. Хафизов** // Качество оказания медицинской стоматологической помощи: способы достижения, критерии и методы оценки: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Казань, 2016. – С. 9–17.
7. Хафизов, Р.Г. Клинико-лабораторная и микробиологическая оценка качества интерфейса «имплантат-абатмент» / Р.Г. Хафизов, Р.М.

- Миргазизов, Ф.А. Хафизова, А.Р. Каюмов, **И.Р. Хафизов** // Маэстро стоматологии. – 2016. – № 62. – С. 26–31.
8. **Hafizov, I.R. The use of the membrane dye DiD to study migration of mesenchymal stem cells applied at the site of critical bone defect in rats / I.R. Hafizov, F.A.Khafizova, E.Y.Zakirova, M.N.Zhuravleva, M.O.Mavlikeev, A.R.Khairutdinova, A.A. Rizvanov //Human Gene Therapy. 2017. Vol. 28, Is. 12. P. A102**
  9. **Khairutdinova, A. Assessing the quality of newly formed bone tissue using scanning electron microscopy/ A. Khairutdinova, I. Khafizov, Y. Osin // European journal of clinical investigation.– 2018. – Vol.48, Is.. – P. 218–218.**
  - 10.**Hafizova, F.A. Exploring the integration of threaded implants: the chemical deep etching approach / F.A. Hafizova, R.M. Mirgazizov, R.G. Hafizov, A.M. Mirgazizov, D.A. Azizova, A.R. Kayumov, M.Z. Mirgazizov, D.E. Tsyplakov, I.R. Hafizov, M.A. Sergeev // BioNanoScience. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 313–318.**
  - 11.**Хафизов, И.Р. Оценка напряженно-деформируемых состояний балочно-каркасных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты при полном отсутствии зубов / И.Р. Хафизов // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». – 2019. – № 6-2. – С. 169–172.**

#### ПАТЕНТЫ РФ

1. **Способ микробиологической оценки плотности соединительных узлов дентальных имплантатов и зубных протезов. Хафизов Р.Г., Миргазизов М.З., Киясов А.П., Миргазизов А.М., Хафизова Ф.А., Миргазизов Р.М., Хаирутдинова А.Р., Хафизов И.Р. Патент на изобретение № 2570289 10.06.2014 г.**
2. **Иссекатель десны. Хафизов И.Р., Миргазизов М.З. Патент № 167742 RUS, МПК А61В17/16. заявл. 11.01.2016; опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1.**