На правах рукописи

Кийко Анастасия Алексеевна

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО АЛГОРИТМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА

3.1.7. Стоматология
3.3.9. Медицинская информатика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Самара - 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:
доктор медицинских наук, профессор **Постников Михаил Александрович**
доктор медицинских наук, доцент **Николаенко Андрей Николаевич**

Официальные оппоненты:
Панин Андрей Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой основ хирургической стоматологии стоматологического факультета Научно-образовательного института стоматологии им. А.И.Евдокимова, Заслуженный врач РФ.

Гонтарев Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования Российской Федерации, заведующий кафедрой детской стоматологии, Заслуженный врач РФ.

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

Защита диссертации состоится «__» _____ 2026 г. в __.00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165 Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (http://www.samsmu.ru/scientists/science/referats/) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент **Слесарев Олег Валентинович**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Дентальная имплантация является одной из основных технологий реабилитации пациентов, как с частичной, так и с полной потерей зубов, обеспечивая высокое качество жизни и функциональную полноценность жевательного аппарата. Ее успех во многом зависит от правильного планирования и выбора конструкции имплантата (Кулаков А.А. и соавт. 2019; Байриков И.М., 2024; Glebova M.S. et al., 2023; Serebryanyy S. et al., 2024).

Выбор конструкции имплантата носит многофакторный характер и зависит от состояния и анатомических условий в полости рта: объема и качества костной ткани в зоне имплантации, типа адентии (характера дефекта зубного ряда), архитектоники (плотности и строения) кости, планируемой ортопедической конструкции, сопутствующих заболеваний и ряда других факторов (Лысов Д.Н. и соавт., 2020; Брайловская Т.В., и соавт., 2021; Гуляева О.А и соавт., 2024;). При планировании необходимо учитывать множество входящих параметров, на основании которых стоматолог-ортопед и хирург совместно выбирают оптимальную конструкцию имплантата и разрабатывают план хирургического и ортопедического лечения (Рубникович С.П., Трояновская М.С., 2020.; Булгакова А.И. и соавт., 2020; Гажва С.И. и соавт., 2022; Байриков И.М. и соавт., 2023).

Несмотря на наличие клинических рекомендаций и опыта экспертов, процесс выбора имплантата, зачастую остается субъективным. Врач опирается на собственные знания и опыт, при этом проблема усиливается в нестандартных ситуациях (дефицит костной ткани, сложная анатомия, сопутствующие патологии), где оптимальное решение не всегда очевидно. В связи с этим, актуальной задачей становится разработка систем поддержки принятия врачебных решений, способных на основе накопленных данных и экспертных знаний помогать врачам объективно оценивать клиническую ситуацию, выбирать оптимальную конструкцию имплантата и планировать хирургическое вмешательство с учетом индивидуальных особенностей пациентов (Чиркин А.В. и соавт., 2022; Корнилов А.Г. и соавт., 2024).

С точки зрения медицинской информатики, дентальная имплантация представляет собой сложную междисциплинарную область, генерирующую большой объем разнородных данных. Анализ и интерпретация клинических данных, например, результаты обследований, снимков КТ, характеристик кости и мягких тканей, исходов имплантации – нетривиальная задача для специалиста, особенно, учитывая индивидуальные требования каждого нового клинического случая.

В этой связи представляет неподдельный интерес гибридный подход, сочетающий экспертные правила с методами машинного обучения. Такой подход позволяет объединить преимущества двух парадигм: формализованного клинического опыта и адаптивного выявления скрытых закономерностей в данных.

Гибридная интеллектуальная система может обучаться на реальных клинических кейсах, уточняя рекомендации на основе статистических корреляций, и одновременно опираться на проверенные правила, обеспечивая клиническую интерпретируемость и соответствие стандартам лечения. Разработка отдельного программного модуля, реализующего подобный алгоритм, позволит интегрировать его в клиническую практику.

Таким образом, актуальность представленной темы исследования обусловлена насущной потребностью в инструментах ИИ, способных повысить объективность и качество врачебных решений при выборе конструкции дентального имплантата.

Степень разработанности темы исследования

Анализ научных источников показывает, что вопросы дентальной имплантации достаточно широко представлены в клинических и экспериментальных исследованиях отечественных и зарубежных авторов.

В то же время вопросы системной формализации знаний и разработки интеллектуальных алгоритмов поддержки принятия врачебных решений в имплантологии остаются недостаточно разработанными. Большинство существующих программных решений ориентированы на визуальное планирование и навигацию, не включая механизмы логического вывода и анализа клинических параметров. Работы, посвященные применению машинного обучения, в основном сосредоточены на диагностике и прогнозировании осложнений, но редко интегрируются с экспертными правилами и базами знаний.

Таким образом, тема диссертационного исследования подчеркивается недостаточной степенью системной проработки знаний в области применения систем ИИ в стоматологии и находится на стыке медицинской информатики и клинической стоматологии.

Цель исследования

Повысить эффективность дентальной имплантации за счет применения системы поддержки принятия врачебных решений на основе технологии искусственного интеллекта.

Задачи исследования

1. Провести анализ результатов дентальной имплантации на основе изучения различных имплантационных систем, традиционных и цифровых подходов.
2. Разработать компьютерный метод выбора конструкции цифрового персонифицированного дентального имплантата.
3. Разработать способ изготовления персонифицированного дентального имплантата на основе компьютерного метода.
4. Реализовать прототип программного обеспечения системы поддержки принятия врачебных решений по выбору конструкции цифрового персонифицированного дентального имплантата.
5. Провести сравнительную оценку эффективности стандартного и

разработанного дентального имплантата на основании системы принятия врачебных решений.

Научная новизна

Научная новизна проведенного исследования определяется совокупностью полученных результатов, свидетельствующих о создании и внедрении нового подхода к выбору конструкции дентального имплантата.

Впервые предложен дентальный имплантат, при этом, на основе данных КЛКТ рассчитывают габаритные длину и диаметр имплантата, шаг и минимальную глубину однозаходной резьбы его имплантируемой части с учетом средней плотности костной ткани, после чего формируют имплантат с рассчитанными индивидуальными размерами и параметрами резьбы (патент РФ на полезную модель № 240553 от 19.01.2026, патент РФ на изобретение № 2856586 от 24.02.2026), (п. 4 «Разработка и совершенствование методов дентальной имплантации» специальности 3.1.7. Стоматология).

Впервые разработан компьютерный метод выбора конструкции цифрового персонифицированного дентального имплантата, позволяющий сократить время планирования дентальной имплантации путем частичной параметризации трёхмерной модели анатомических структур пациента по данным конусно-лучевой компьютерной томографии и внутриротового сканирования, обработанным с использованием технологий искусственного интеллекта (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2022683245 РФ от 02.12.2022, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2026616962 РФ от 12.03.2026), (п. 3 «Разработка компьютерных методов, баз данных и программных средств для получения, накопления, обработки, передачи и систематизации медицинских и экологических данных с целью использования в лечебно-диагностическом, реабилитационном, профилактическом, образовательном процессах» специальности 3.3.9. Медицинская информатика).

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении фундаментальных представлений о процессах остеоинтеграции и реакции периимплантатных тканей в зависимости от типа имплантата. Полученные данные демонстрируют, что персонифицированное изготовление имплантата, основанное на индивидуальных анатомо-физиологических параметрах, создает условия для более физиологичного течения репаративного остеогенеза: ускоряется формирование костно-имплантатного контакта, раньше восстанавливается минеральный обмен, снижается выраженность оксидативного стресса и воспалительной реакции. Получили дальнейшее развитие методологические основы медицинской информатики применительно к задачам дентальной имплантологии, связанных с интеллектуализацией процессов диагностики, планирования и выбора конструкции

дентального имплантата. В работе расширены представления о параметризации медицинских изделий за счет формализованного описания геометрических, биомеханических и функциональных характеристик имплантатов с учетом индивидуальных особенностей пациента и параметров костной ткани.

Практическая значимость работы определяется разработкой и внедрением в клиническую практику способа изготовления индивидуального дентального имплантата, применение которого обеспечивает: снижение частоты послеоперационных осложнений на 32,5% (p=0,001) по сравнению со стандартной имплантационной системой AnyRidge; повышение вероятности успешной остеоинтеграции на 15%; сокращение явлений остеопороза в зоне операции на 27,5% (p=0,0063).

Разработанная система поддержки принятия врачебных решений с модулем автоматического определения плотности костной ткани на основе сверточной нейронной сети ResNet-34 позволяет в автоматизированном режиме рассчитывать геометрические параметры имплантата (длина, диаметр, шаг и глубина резьбы) по данным КЛКТ, что сокращает время планирования, минимизирует субъективность выбора и может быть интегрирована в цифровой протокол дентальной имплантации.

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования в стоматологических клиниках, занимающихся дентальной имплантацией, а также в образовательном процессе при подготовке врачей-стоматологов и челюстно-лицевых хирургов. Разработанный алгоритм и программное обеспечение могут служить учебной моделью для освоения современных цифровых технологий, методов искусственного интеллекта (ИИ) и принципов интеллектуальной поддержки принятия решений в клинической стоматологии.

Методология и методы диссертационного исследования

Методологическая основа исследования поставлена в соответствии с целью и задачами. В работе использовались системный научный подход, научные принципы объективности, принцип единства теории и практики, принципы доказательной медицины, практической реализуемости, принципы контролируемого исследования и статистического анализа.

В работе использованы клинические, биохимические и математические методы, а также методы медицинской визуализации, компьютерного моделирования, машинного обучения, анализа данных. Для реализации поставленных целей и задач был проведен анализ современных литературных данных отечественных и зарубежных авторов. Разработан дизайн исследования на основе анализа отечественной и зарубежной литературы. Работа проведена в дизайне рандомизированного открытого, проспективного, контролируемого, сравнительного, клинического исследования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Способ изготовления персонифицированного дентального имплантата позволяет рассчитать габаритные длину и диаметр имплантата, шаг и минимальную глубину однозаходной резьбы его имплантируемой части с учетом средней плотности костной ткани, после чего сформировать имплантат с рассчитанными индивидуальными размерами и параметрами резьбы (п. 4 «Разработка и совершенствование методов дентальной имплантации» специальности 3.1.7. Стоматология).

2. Разработанный персонифицированный дентальный имплантат на основе системы поддержки принятия врачебных решений обладает повышенной эффективностью по сравнению со стандартной имплантацией и может быть интегрирован в цифровой рабочий процесс стоматологической клиники (п. 10 «Разработка цифровых технологий в стоматологии» специальности 3.1.7. Стоматология).

3. Компьютерный метод и база знаний выбора конструкции цифрового персонифицированного дентального имплантата позволяют сократить время планирования дентальной имплантации за счет частичной параметризации трехмерной модели анатомических структур пациента по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (п. 3 «Разработка компьютерных методов, баз данных и программных средств для получения, накопления, обработки, передачи и систематизации медицинских и экологических данных с целью использования в лечебно-диагностическом, реабилитационном, профилактическом, образовательном процессах» специальности 3.3.9. Медицинская информатика).

Личное участие автора в получении результатов

Автором лично осуществлены анализ и систематизация научных источников; разработан компьютерный метод выбора конструкции цифрового персонифицированного дентального имплантата; предложен способ изготовления индивидуального имплантата, включающий определение плотности костной ткани пациента по данным КЛКТ, а также формализацию знаний и построение базы знаний; выполнены проектирование и программная реализация системы поддержки принятия врачебных решений; проведена апробация разработанного подхода, включая выполнение дентальной имплантации, послеоперационное наблюдение пациентов и проведение перевязок; осуществлены анализ и интерпретация полученных результатов, а также подготовка научных публикаций по теме исследования.

Степень достоверности полученных результатов

Высокий уровень достоверности экспериментально-клинического исследования обеспечивается анализом современной отечественной и иностранной

литературы по теме исследования, что позволило разработать дизайн исследования, сравнить и интерпретировать полученные собственные результаты с имеющимися литературными данными, а также проведением анализов в аккредитованных лабораториях, посредством использования современных научных методов (клинические, биохимические и математические методы, а также методы медицинской визуализации, компьютерного моделирования, машинного обучения, анализа данных); включением достаточного количества пациентов в исследование и использованием адекватных поставленным задачам методов статистической обработки данных с помощью пакета программ STATISTICA Application 10.0.1011.0.

В соответствии с поставленными задачами исследования выполнялся расчет частотных таблиц, как одномерных, так и многоуровневых и расчет элементарных статистик: среднее значение (M), ошибки средних (m), стандартное отклонение (σ), расчет долей (%); сравнительный анализ качественных параметров в исследуемых группах с применением непараметрических методов анализа. Критическое значение уровня значимости – 0,05. Достоверность результатов обеспечивается использованием современных методов исследования, достаточным объемом клинических данных, корректной статистической обработкой, сопоставлением полученных результатов с данными отечественных и зарубежных исследований, а также апробацией разработанного алгоритма в условиях практического применения.

Апробация результатов исследования

Материалы исследования доложены на научно-практической конференция с международным участием «Прорывные технологии в стоматологии», Самара, 16 февраля 2024 г.; Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Миргазизовские чтения. Инновационные технологии в стоматологии: ответы на современные вызовы и перспективы развития» в рамках Форума «Стоматология Татарстана-2024» 24 мая 2024 года, Казань; Научно-практической медицинской конференции «Междисциплинарная стоматология», 18 октября 2024, Ульяновск; Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современная стоматология: интеграция науки и практики», 27 – 28 марта 2025, Уфа; Юбилейной XV международной научно-практической конференции «Стоматология северной столицы: от мечты к реалиям», 07 октября 2025 г., Санкт-Петербург).

Внедрение результатов исследований

Способ изготовления индивидуального дентального имплантата внедрен в практику в ГБУЗ СО «ССП №3» (г. Самара), ГБУЗ СО «СГКСП №1» (г. Самара), в ООО «Центр комплексной стоматологии» (г. Самара), ООО «ДЕНС» (г. Самара).

Основные положения диссертации используются в преподавании на кафедре терапевтической стоматологии с курсом остеопатии и в Передовой медицинской инженерной школе ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета

Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематикой и планом научной деятельности ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России «Этиология, патогенез, эпидемиология, особенности клинического течения стоматологических заболеваний. Профилактика, диагностика, разработка методов лечения и реабилитация» (гос. регистрация № 125103012422-9). Реализация программного обеспечения произведена с использованием разработок Передовой медицинской инженерной школы СамГМУ (направления исследований «Создание и разработка систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР) и дистанционного мониторинга здоровья», «Разработка персонифицированных имплантатов»).

Соответствие паспорту научной специальности

Область исследования, а также сформулированные в работе положения и выводы полностью соответствуют Паспорту научной специальности 3.1.7. «Стоматология» по направлениям исследования: п. 4 «Разработка и совершенствование методов дентальной имплантации», п. 10 «Разработка цифровых технологий в стоматологии»; Паспорту научной специальности 3.3.9. «Медицинская информатика» по направлениям исследования: п. 3 «Разработка компьютерных методов, баз данных и программных средств для получения, накопления, обработки, передачи и систематизации медицинских и экологических данных с целью использования в лечебно-диагностическом, реабилитационном, профилактическом, образовательном процессах».

Публикация результатов исследования в научной печати

По теме диссертационного исследования опубликовано 9 печатных работ, из них 6 - в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций по специальности 3.1.7. Стоматология, из которых 1 статья в журнале, входящем в научную базу данных Scopus; 3 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций по специальности 3.3.9. Медицинская информатика. Получены 1 патент РФ на полезную модель № 240553, 1 патент РФ на изобретение № 2856586, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2022683245 РФ, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2026616962 РФ.

Объем и структура диссертационной работы

Структура диссертационного исследования включает введение, пять глав, состоящие из семнадцати параграфов, заключение, выводы, практические рекомендации, а также список использованной литературы, включающий 146 источников. Работа содержит 51 рисунок и 21 таблицу. Общий объем исследования составляет 197 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Работа проведена в дизайне рандомизированного открытого, проспективного, контролируемого, сравнительного, экспериментально-клинического исследования (рисунок 1). Оно носило прикладной характер, было выполнено в Клиниках СамГМУ, НИИ бионики и персонифицированной медицины, Институте стоматологии ФГБОУ ВО «СамГМУ» Минздрава России. Исследование одобрено Комитетом по биоэтике Самарского государственного медицинского университета (протокол № 292 от 04.09.2024).

Основной направленностью работы являлось внедрение онтологии цифрового персонифицированного дентального имплантата с использованием параметризации трехмерной модели анатомических структур пациента на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) и внутриротового сканирования. Предлагаемый подход ориентирован на совершенствование и сокращение времени планирования дентальной имплантации.

В исследовании принимали участие 120 пациентов. Критериями включения являлись: возраст от 30 до 60 лет, наличие включенных или невключенных дефектов зубных рядов до трех отсутствующих зубов на верхней и нижней челюстях и отсутствие хронических соматических заболеваний. Выбор возрастного диапазона обусловлен высокой потребностью данной социально активной категории пациентов в реконструктивном стоматологическом лечении. Критериями невключения являлись тяжелые хронические соматические и эндокринные заболевания, патология костно-мышечной системы, ВИЧ-инфекция, хронический алкоголизм и наркомания, злокачественные новообразования, отдельные заболевания слизистой оболочки полости рта, неудовлетворительная гигиена и отсутствие согласия на обследование и лечение. Из исследования также исключались пациенты, не соблюдавшие врачебные рекомендации или имевшие существенное ухудшение соматического состояния.

Все обследованные были распределены на три группы. Первую, контрольную, группу составили 40 человек без показаний к дентальной имплантации. В две клинические группы вошли 80 пациентов с частичным отсутствием зубов верхней и нижней челюсти - 47 женщин и 33 мужчины в возрасте 30–60 лет, средний возраст которых составлял 47,9±2,8 года. Во вторую группу включено 40 пациентов, которым устанавливалась серийная имплантационная система AnyRidge (MegaGen, Южная Корея). Третью группу составили 40 пациентов, которым устанавливались

индивидуально разработанные дентальные имплантаты, конструкция которых определялась с применением компьютерных методов и машинного обучения. Для оценки результатов имплантации проводилось динамическое обследование пациентов с использованием клинических, биохимических и инструментальных методов. Контроль осуществлялся на 30-е, 60-е и 120-е сутки после имплантации в зависимости от исследуемого показателя.

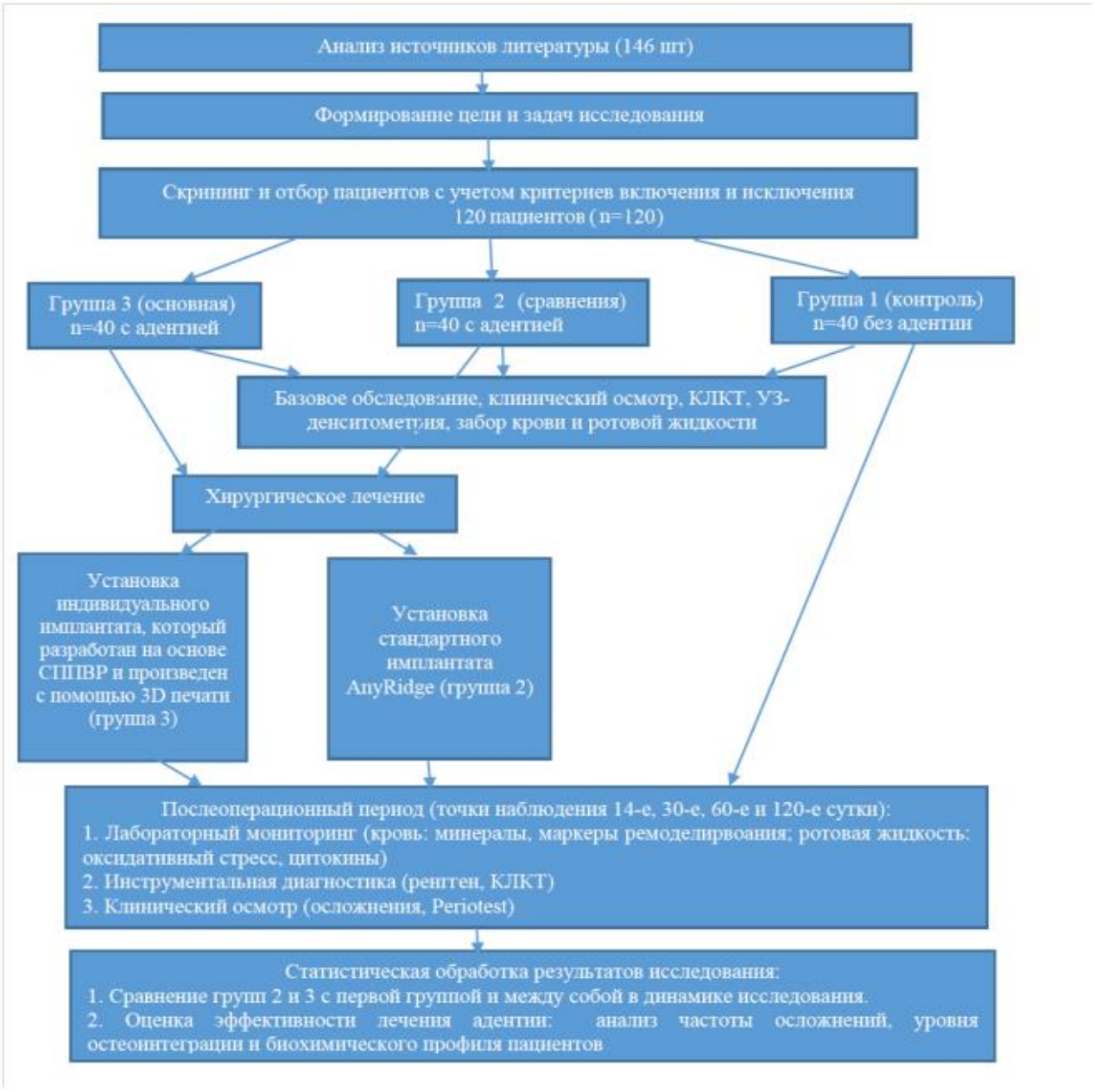


Рисунок 1 - Дизайн исследования

Клиническая характеристика пациентов включала комплексную оценку стоматологического статуса. При первичном обследовании патологических изменений регионарных лимфатических узлов, височно-нижнечелюстного сустава и слизистой оболочки полости рта не выявлено. Аномалии прикуса и положения отдельных зубов установлены у 32,5% обследованных.

Показатели гигиенического и пародонтологического статуса в целом свидетельствовали об удовлетворительном состоянии полости рта. Потребность в имплантации преимущественно была связана с дефектами концевых сегментов зубных рядов - 83,4% случаев. Перед оперативным вмешательством всем пациентам выполнялось рентгенологическое исследование верхней и нижней челюстей для определения состояния костных и мягких тканей и исключения противопоказаний к имплантации. Необходимости в предварительной костной пластике у включенных в исследование пациентов не было.

Комплекс методов исследования включал клинические, инструментальные, биохимические, статистические, компьютерные методы, а также методы машинного обучения. Клиническое обследование предусматривало сбор анамнеза, изучение медицинской документации, оценку социально-демографических характеристик, общесоматического и местного стоматологического статуса. Особое внимание уделялось состоянию зубных рядов, слизистой оболочки полости рта, твердых тканей зубов и тканей в области установленных имплантатов.

Инструментальный этап включал ортопантомографию, внутриротовую рентгенографию и КЛКТ (рисунок 2).



Рисунок 2 – Конусно-лучевая компьютерная томография пациентки И., 48 лет, история болезни №32456. Диагноз К08.1

Рентгенологические методы использовались как при первичном обследовании, так и для динамического контроля результатов лечения.

Стабильность дентальных имплантатов определялась с помощью прибора «Периотест», позволяющего объективизировать степень остеоинтеграции. Кроме того, до имплантации и через 30, 60 и 120 суток проводилась оценка минеральной плотности костной ткани методом количественной костной ультрасонометрии с определением T- и Z-критериев. Полученные инструментальные показатели учитывались при формировании алгоритмов выбора конструкции дентального имплантата и обучении нейронной сети.

Блок исследования составляли биохимические методы. Для характеристики процессов костного ремоделирования в плазме крови определяли содержание кальция, магния и фосфора, С-концевых телопептидов коллагена I типа (β-Cross Laps), костной щелочной фосфатазы, sRANKL, остеопротегерина и склеростина. Это позволило комплексно оценивать процессы костеобразования и резорбции костной ткани в динамике после имплантации. Дополнительно исследовались показатели свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты ротовой жидкости. Определяли ТБК-реактивные продукты, показатели хемилюминесценции, активность супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы, концентрации диеновых конъюгатов и малонового диальдегида. Для интегральной характеристики гомеостаза рассчитывались показатели оксидативного стресса. В ротовой жидкости также исследовали биохимические показатели, маркеры воспаления и остеорезорбции, включая ММП-2, ММП-8, ФНО-α, IL-1β и MIP-1α. Такой комплекс лабораторных исследований позволял оценивать не только результат остеоинтеграции, но и характер локального воспалительного ответа и процессов костного обмена.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программного пакета STATISTICA Application 10.0.1011.0. Использовались параметрические и непараметрические методы. Соответствие распределения количественных показателей нормальному проверялось критерием Шапиро-Уилка, а для оценки статистической значимости межгрупповых различий применялись критерии Вальда-Вольфовица, Колмогорова-Смирнова и Манна-Уитни.

Отдельным направлением исследования являлось применение цифровых технологий и методов машинного обучения. Для анализа исходных данных КЛКТ использовался программный комплекс 3D Slicer, позволяющий проводить сегментацию кортикальной и губчатой кости, определять плотность и другие количественные параметры костной ткани. Дополнительно на языке Python разработан программный модуль компьютерного зрения для автоматизированной обработки изображений КЛКТ. Для анализа КЛКТ применена сверточная нейронная сеть ResNet 34 с 34 слоями, которая показала наилучшие результаты по сравнению с аналогами. Модель достигла 0,938 точности на валидационной выборке и 0,875 точности на тестовой выборке при значении test loss около 0,595. Программная реализация СППВР осуществлялась путем построения системы как единое информационное пространство цифровой стоматологии и включает автоматизированное рабочее место врача, модуль компьютерного зрения, модуль автоматизированного проектирования, базу данных и базу знаний (рисунок 3).

Разработанное программное обеспечение зарегистрировано в качестве программы для ЭВМ, в том числе получено свидетельство № 2026616962 на

«Программную систему поддержки принятия врачебных решений по выбору конструкции дентального имплантата».



Рисунок 3 - СППВР планирования дентальных имплантатов: автоматизированный расчет параметров дентального имплантата

Практическим результатом работы стала разработка индивидуального дентального имплантата, размеры и параметры резьбы которого рассчитываются по данным КЛКТ с учетом плотности костной ткани. Имплантат изготавливается из титана ВТ1-00 методом 3D-печати. Его конструкция предусматривает изменение характеристик резьбы в соответствии с плотностью костной ткани, что направлено на оптимизацию распределения жевательной нагрузки и повышение первичной и вторичной стабильности (рисунок 4).



а) б)

Рисунок 4 - Фото индивидуального имплантата, изготовленного с применением предложенного способа а); внутриротовая рентгенограмма индивидуального дентального имплантата б)

Результаты исследования и их обсуждение

Клиническая оценка результатов показала преимущество индивидуально разработанных дентальных имплантатов по основным показателям течения послеоперационного периода имплантации. Основное внимание при анализе результатов уделялось клиническому течению послеоперационного периода, развитию воспалительных осложнений, рентгенологическим признакам остеоинтеграции, устойчивости имплантатов и состоянию периимплантатной костной ткани. Особую значимость для оценки разработанной технологии имели представленные в работе клинические наблюдения, демонстрирующие результаты лечения конкретных пациентов.

Разработанный индивидуальный имплантат принципиально отличается от стандартной конструкции возможностью персонализации его геометрических характеристик. На основании диагностических данных для конкретного пациента определялись длина внутрикостной части, диаметр имплантата, параметры посадочной части и резьбы. При проектировании учитывались размеры доступного костного блока, плотность трабекулярной кости и предполагаемая функциональная нагрузка (таблица 1). Таким образом, клиническое применение индивидуального имплантата было направлено на достижение максимального соответствия конструкции анатомическим и биомеханическим условиям зоны имплантации.

Таблица 1 – Данные зависимости параметров шага и глубины резьбы от типа кости

Тип кости	Плотность по ед. Хаунсфилда	Максимальная нагрузка, Мпа	Шаг резьбы, мм	Глубина резьбы	Форма резьбы
Кость D1	$\rho \geq 1100$	16,5	0,2..0,5	0,1-0,3	Квадратная
Кость D2	$1100 > \rho \geq 800$	8,3	0,4..0,8	0,2-0,4	Трапециевидная
Кость D3	$800 > \rho \geq 400$	4,1	0,7..1,2	0,3-0,6	V - образная
Кость D4	$400 > \rho$	1,9	1,0..1,6	0,5-0,8	V - образная

Одним из наиболее важных результатов исследования стало существенное различие в частоте послеоперационных осложнений. В группе пациентов, которым устанавливались стандартные имплантаты AnyRidge, осложнения зарегистрированы в 15 из 40 наблюдений (37,5 %). В структуре осложнений преобладал периимплантационный мукозит, выявленный у 9 пациентов; у 6 пациентов развился периимплантит. В группе индивидуальных имплантатов осложнения отмечены только у 2 из 40 пациентов (5,0 %), причем в обоих случаях диагностирован мукозит. Случаев периимплантита в этой группе не зарегистрировано.

Снижение частоты осложнений с 37,5 % до 5,0 % свидетельствует о более благоприятном течении послеоперационного периода при использовании индивидуальных конструкций: абсолютное снижение риска осложнений составило 32,5 % (95 % ДИ 16,0-49,0 %), а относительное снижение риска 86,7 % (95 % ДИ

45,5–96,7 %). Данный результат получил подтверждение при статистической оценке эффективности (таблица 2).

Таблица 2 - Критерии эффективности дентальной имплантации

Критерии	ЧИЛ	ЧИК	CAP (95 % ДИ)	COP (95 % ДИ)	ЧБНЛ (95 % ДИ)	ОШ (95 % ДИ)	$\chi 2$ с поправкой Йейтса	p
Наличие/отсутствие осложнений	5,0	37,5	32,5 (16,0–49,0)	86,7 (45,5–96,7)	3,0769 (2,04–6,23)	0,0877 (0,018–0,417)	10,7563	0,001
Наличие/отсутствие остеоинтеграции	10,0	25,0	15,0 (−1,3–31,3)	60,0 (−17,0–86,3)	6,6667 (3,19–∞)**	0,3333 (0,095–1,171)	2,1645	0,141
Минеральная плотность костной ткани в зоне имплантации	7,5	35,0	27,5 (10,6–44,4)	78,6 (31,1–93,3)	3,6364 (2,25–9,42)	0,1504 (0,039–0,577)	7,4997	0,0063

Примечание:
*показатели ЧИЛ, ЧИК, СОР, САР, ЧБНЛ указаны в %, показатель ОШ в единицах. ДИ 95%

Показатель ЧБНЛ составил 3,08 (95 % ДИ 2,04–6,23). Следовательно, применение индивидуальной технологии примерно у трёх пациентов позволяет предотвратить один дополнительный неблагоприятный клинический исход по сравнению со стандартным методом. Отношение шансов составило 0,088 (95 % ДИ 0,018–0,417), а различия между группами были статистически значимыми (p=0,001).

Результаты лечения оценивались не только по совокупным статистическим показателям, но и в динамике у конкретных пациентов. После установки индивидуально разработанного имплантата проводился последовательный клинический и рентгенологический контроль. После достижения необходимой стабильности имплантата пациентам были установлены постоянные коронки из диоксида циркония. При последующем осмотре и выполнении контрольной КЛКТ костная ткань в области имплантации хорошо дифференцировалась, очаговой патологии не было выявлено. При повторном обследовании через 1 год положение имплантатов оставалось стабильным, костная ткань сохраняла удовлетворительную рентгенологическую структуру, значительной потери костной ткани не зарегистрировано. Это подтверждено как клинически, так и рентгенологически.

Отсутствие значительной потери костной ткани после установки постоянной ортопедической конструкции свидетельствует о сохранении стабильности достигнутого результата в пределах представленного срока наблюдения.

Другие приведенные в исследовании клинические наблюдения также демонстрировали различия в характере взаимодействия имплантата с окружающей костной тканью. При применении стандартных имплантатов в отдельных случаях при контрольных осмотрах определялись участки периимплантатной резорбции и

нарушения костно-имплантатного контакта. При использовании индивидуальной конструкции отмечался плотный контакт костной ткани с поверхностью имплантата, отсутствие периимплантатной резорбции и сохранение стабильного положения конструкции.

Количественная рентгенологическая оценка результатов соответствовала общей направленности клинических наблюдений. Признаки неудовлетворительной остеоинтеграции обнаружены у 10 из 40 пациентов (25,0 %) со стандартными имплантатами и у 4 из 40 пациентов (10,0 %) с индивидуальными конструкциями. Таким образом, абсолютная разница между группами составила 15 процентных пунктов. Относительное снижение риска неудовлетворительной остеоинтеграции составило 60,0 %, но статистическая значимость различий не была достигнута (p=0,141). Результаты позволяют говорить о клинически благоприятной тенденции.

Результаты клинических наблюдений дополнялись исследованием стабильности имплантатов методом периотестометрии (рисунок 5).

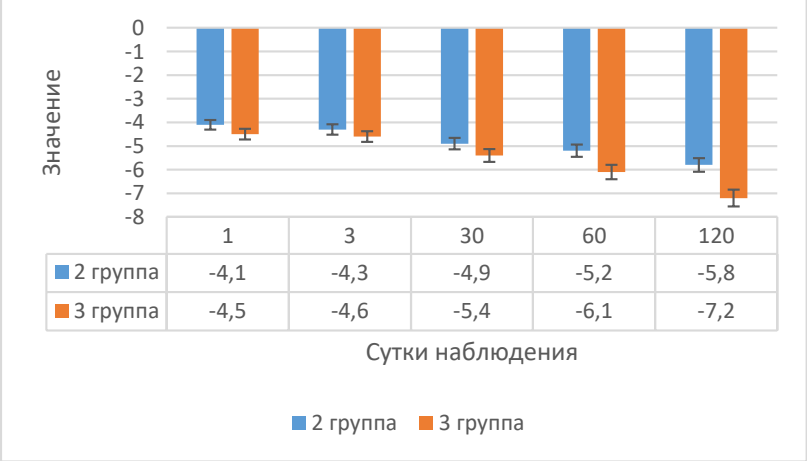


Рисунок 5 – Динамика показателей устойчивости дентальных имплантатов с применением прибора «Периотест» у пациентов 2 и 3 группы в постимплантационном периоде

В обеих группах по мере увеличения срока после операции наблюдалась положительная динамика, отражающая развитие процессов интеграции имплантата с окружающей костной тканью. Однако при использовании индивидуальных конструкций изменения были более выраженными. К 120-м суткам показатель «Периотеста» снизился относительно исходного значения на 60,0 %, тогда как в группе стандартных имплантатов на 41,5 %. Различие между группами к данному сроку составило 22,4 %. Таким образом, клинические и инструментальные данные показывают, что меньшая частота осложнений при индивидуальной имплантации сопровождалась более выраженной динамикой стабилизации имплантатов.

В исследовании проведена оценка состояния минеральной плотности костной ткани. К 120-м суткам после индивидуальной имплантации физиологический уровень минеральной плотности был установлен у 85,0 % пациентов, признаки

остеопении сохранялись у 12,5 %, остеопороза у 2,5 %. По критерию состояния минеральной плотности костной ткани частота неблагоприятного исхода составила 7,5 % при индивидуальной имплантации против 35,0 % при использовании стандартных конструкций. Абсолютное снижение риска составило 27,5 % (95 % ДИ 10,6–44,4 %), относительное снижение риска 78,6 % (95 % ДИ 31,1–93,3 %). ЧБНЛ составило 3,64, отношение шансов 0,150. Различия являлись статистически значимыми (p=0,0063). Таким образом, состояние костной ткани является вторым после частоты клинических осложнений показателем, по которому получено статистически подтвержденное преимущество индивидуальной имплантации.

Клинические результаты согласовывались с лабораторными данными. При индивидуальной имплантации к 120-м суткам содержание кальция увеличилось относительно исходного уровня на 19,7 %, магния на 54,2 %, фосфора на 55,1 %. При стандартной имплантации соответствующие изменения были менее выраженными и составляли 13,61, 24,0 и 26,5 %.

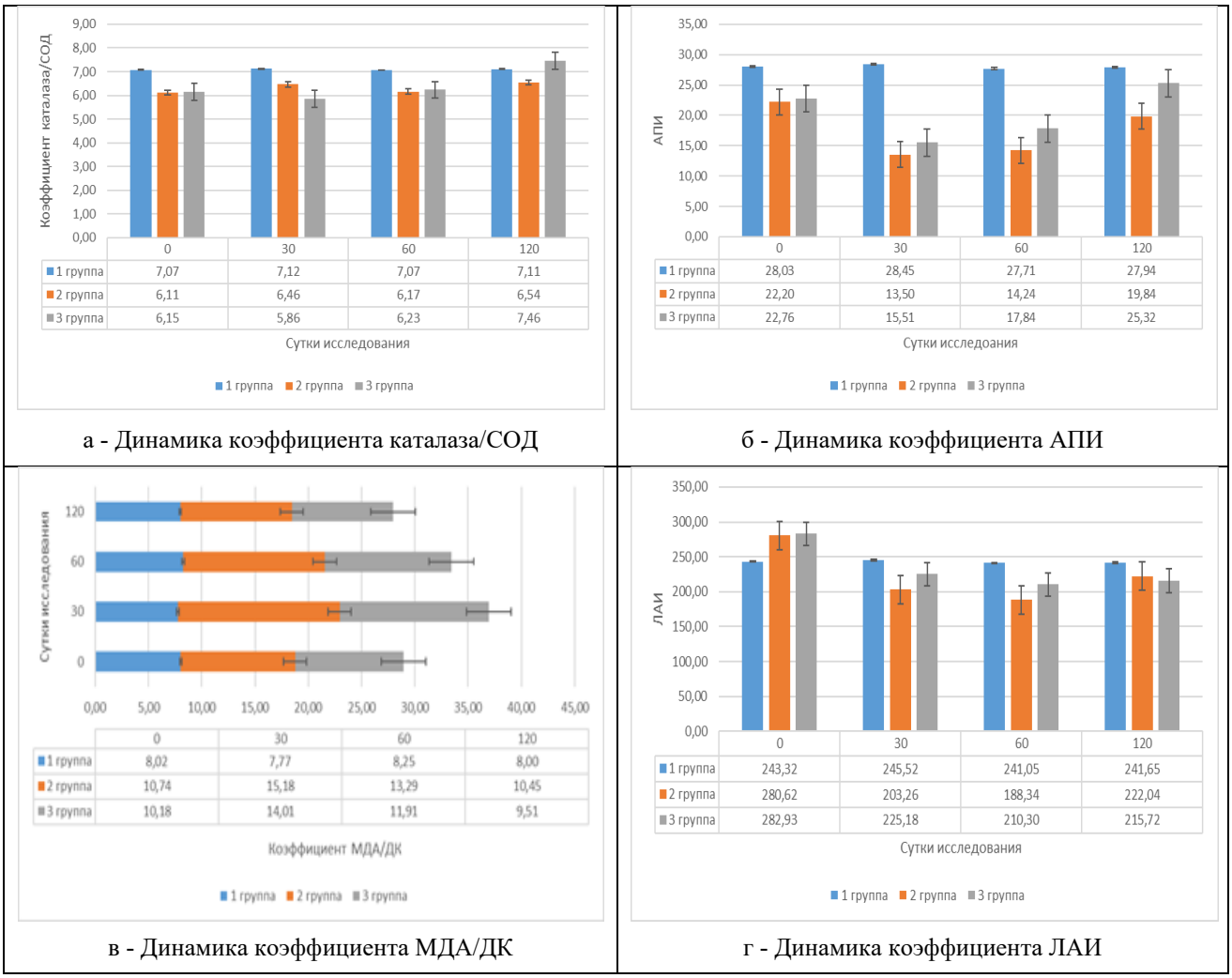
Положительные изменения выявлены также при анализе маркеров костного ремоделирования. В группе индивидуальной имплантации уровень β-Cross Laps уменьшился с 2,55 до 2,08 нг/мл, тогда как активность костной щелочной фосфатазы увеличилась с 20,2 до 27,4 Ед/л (таблица 3).

Таблица 3 - Результаты исследования маркеров костного ремоделирования

Показатель	**Сутки исследования**	**1 группа**	**2 группа**	**3 группа**
β-Cross Laps нг/мл	0	2,49±0,07	2,51±0,06	2,55±0,07
	30	2,51±0,07	2,43±0,07	2,41±0,06
	60	2,54±0,06	2,38±0,05	2,29±0,05[1,2]
	120	2,50±0,05	2,25±0,06[1,2]	2,08±0,04[1,2,3]
Костная щелочная фосфатаза, Ед/л	0	20,6±0,06	19,9±0,05	20,2±0,05
	30	20,4±0,07	21,6±0,06[2]	22,3±0,06[1,2]
	60	20,9±0,05	22,4±0,07[2]	24,9±0,06[1,2,3]
	120	20,3±0,06	23,9±0,06[1,2]	27,4±0,07[1,2,3]
sRANKL, пмоль/л	0	0,194±0,006	0,196±0,006	0,189±0,007
	30	0,191±0,005	0,177±0,005[1,2]	0,164±0,006[1,2]
	60	0,198±0,005	0,158±0,005[1,2]	0,141±0,005[1,2,3]
	120	0,188±0,006	0,146±0,004[1,2]	0,125±0,004[1,2,3]
OPG, пмоль/л	0	4,98±0,14	5,03±0,13	5,00±0,11
	30	5,00±0,12	5,46±0,16[1,2]	5,62±0,16[1,2]
	60	4,97±0,15	5,61±0,15[1,2]	5,94±0,19[1,2]
	120	4,95±0,11	5,84±0,17[1,2]	6,57±0,17[1,2,3]
Склеростин, пмоль/л	0	263,5±7,11	265,7±7,69	260,4±7,55
	30	268,9±7,79	237,1±7,35[1,2]	228,9±6,41[1,2]
	60	261,4±8,10	219,4±6,81[1,2]	198,7±6,36[1,2,3]
	120	259,8±7,27	207,8±5,82[1,2]	169,6±4,75[1,2,3]

При исследовании ротовой жидкости установлено, что оперативное вмешательство в обеих группах закономерно сопровождалось изменением прооксидантно-антиоксидантного равновесия, наиболее выраженным в раннем послеоперационном периоде. Однако при использовании индивидуальных

имплантатов восстановление показателей происходило быстрее. Антиоксидантно-прооксидантный индекс на 30-е, 60-е и 120-е сутки превышал соответствующие значения группы стандартной имплантации на 14,9 %; 25,3 % и 27,6 %, а к 120-м суткам соответствовал физиологическому уровню (рисунок 6).



а - Динамика коэффициента каталаза/СОД

б - Динамика коэффициента АПИ

в - Динамика коэффициента МДА/ДК

г - Динамика коэффициента ЛАИ

Рисунок 6 - Динамика коэффициентов окислительного стресса у пациентов до и после имплантации

Таким образом, представленные клинические примеры подтверждаются результатами группового сравнительного анализа. У пациентов с индивидуально разработанными имплантатами наблюдалось более благоприятное клиническое течение послеоперационного периода, существенно реже развивались мукозит и периимплантит, отмечалась более выраженная динамика стабильности имплантатов и более благоприятное состояние периимплантатной костной ткани. Наблюдалось уменьшение частоты осложнений с 37,5 до 5,0 %, статистическая значимость этого различия составила p=0,001; уменьшение частоты неблагоприятного исхода по состоянию минеральной плотности костной ткани с 35,0 до 7,5 %, p=0,0063. В отношении рентгенологической остеоинтеграции также установлено снижение частоты неблагоприятного результата с 25,0 до 10,0%.

В целом клинические наблюдения демонстрируют, что разработанная технология позволяет перейти от выбора имплантата из стандартного размерного ряда к персонализированному формированию его конструкции с учетом характеристик конкретного пациента. Полученные клинические, рентгенологические и инструментальные результаты свидетельствуют о перспективности такого подхода для снижения риска послеоперационных осложнений и обеспечения стабильности дентального имплантата. При этом дальнейшее увеличение числа клинических наблюдений и сроков динамического контроля необходимо для оценки устойчивости полученного эффекта в отдаленном периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании решена актуальная научно-практическая задача - разработка и обоснование системы поддержки принятия врачебных решений при выборе конструкции дентального имплантата для повышения эффективности дентальной имплантации. В результате исследования разработаны компьютерный метод выбора конструкции дентального имплантата, способ изготовления индивидуального имплантата, и программная СППВР. Система включает модуль компьютерного зрения на основе нейронной сети ResNet-34, позволяющий автоматически определять плотность костной ткани по данным КЛКТ и использовать полученные характеристики для расчета индивидуальных параметров имплантата.

Клиническая апробация подтвердила эффективность предложенного подхода. Стабильный результат лечения достигнут у 97,5 % пациентов при использовании индивидуальных имплантатов против 85,0 % при стандартной имплантации. Применение персонализированных конструкций позволило снизить количество осложнений на 32,5 % ($p=0,001$) и проявления остеопороза в зоне имплантации на 27,5 % ($p=0,0063$). Также установлена положительная динамика остеоинтеграции и более благоприятное течение физиологических и биохимических процессов.

Предложенный подход является клинически эффективным, безопасным и обладает высокой практической значимостью. Разработанная система может быть интегрирована в цифровые медицинские среды и использоваться как инструмент поддержки врача при планировании имплантации.

ВЫВОДЫ

1. Использование цифровых протоколов позволяет снизить частоту ранней потери имплантатов с 6,42 % до 2,25 %, что соответствует уменьшению относительного риска потери имплантата на 71 %. При этом установлено, что основными причинами неудовлетворительных отдаленных результатов имплантационного лечения различными имплантационным системами остаются биологические осложнения, среди которых периимплантатный мукозит и

периимплантит составляют 43,9 %, а подвижность и отторжение имплантатов - 38,8 %.

2. Разработанный компьютерный метод выбора конструкции цифрового персонализированного дентального имплантата в отличие от существующих подходов основан на параметризации трехмерной модели анатомических структур пациента по данным конусно-лучевой компьютерной томографии и внутриротового сканирования с использованием технологий искусственного интеллекта (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2026616962 РФ от 12.03.2026). Для определения и классификации плотности костной ткани была использована сверточная нейронная сеть архитектуры ResNet-50, продемонстрировавшая наиболее высокую эффективность по сравнению с альтернативными моделями. Полученные результаты – точность 0,938 на валидационной выборке и 0,875 на тестовой выборке при значении функции потерь около 0,595 – свидетельствуют о возможности и практической обоснованности применения методов машинного обучения для обработки данных конусно-лучевой компьютерной томографии при решении задач планирования дентальной имплантации и параметризации имплантационных конструкций.

3. Предложенный способ изготовления индивидуального дентального имплантата позволяет полностью адаптировать макродизайн, параметры резьбы и характеристики поверхности имплантата к анатомо-физиологическим условиям конкретного пациента (патент РФ на полезную модель № 240553 от 19.01.2026). Это обеспечивает максимальную первичную и вторичную стабильность за счет оптимизации распределения жевательной нагрузки, ускоренной и прочной остеоинтеграции до 95% случаев, а также минимизации рисков интра- и послеоперационных осложнений до 2,5% случаев.

4. На основе предложенного компьютерного метода разработана система поддержки принятия врачебных решений, включающая модуль компьютерного зрения на базе сверточной нейронной сети ResNet-34 для автоматического определения плотности костной ткани по данным КЛКТ. Тестирование системы подтвердило возможность автоматизированного расчета параметров индивидуального дентального имплантата, высокую первичную стабильность конструкции.

5. Клиническая апробация разработанного алгоритма и системы поддержки принятия врачебных решений показала их эффективность при планировании дентальной имплантации. Использование индивидуально разработанного по предложенному алгоритму дентального имплантата по сравнению с имплантационной системой AnyRidge характеризуется повышенной клинической эффективностью – при внедрении индивидуально изготовленных имплантатов удалось снизить число осложнений на 32,5 % ($p=0,001$), увеличить возможность

остеоинтеграции на 15% (p=0,141), сократить явления остеопороза в зоне операции на 27,5 % (p=0,0063).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуется использовать системы поддержки принятия врачебных решений при планировании дентальной имплантации, особенно на этапе выбора конструкции имплантата, с целью повышения обоснованности и воспроизводимости клинических решений.
2. Целесообразно применять параметрическую модель дентального имплантата при цифровом планировании имплантации, рассматривая имплантат как совокупность настраиваемых геометрических, биомеханических и поверхностных параметров, а не как фиксированное изделие каталожного типа.
3. Рекомендуется интегрировать данные конусно-лучевой компьютерной томографии и других цифровых методов диагностики в программные алгоритмы выбора конструкции имплантата для объективной оценки анатомических условий и качества костной ткани.
4. В клинической практике целесообразно использовать гибридные алгоритмы поддержки принятия решений, сочетающие экспертные правила и методы машинного обучения, поскольку они обеспечивают клиническую интерпретируемость рекомендаций и возможность адаптации алгоритма по мере накопления данных. Целесообразно регулярно актуализировать базу знаний и обучающие выборки алгоритма с учетом появления новых имплантационных систем, материалов и клинических протоколов, а также накопления данных о результатах лечения.
5. Рекомендуется внедрение программных модулей выбора конструкции имплантата в существующие цифровые протоколы имплантационного лечения, включая системы CAD/CAM и навигационной хирургии, для обеспечения непрерывности цифрового рабочего процесса.

Перспектива дальнейшей разработки темы диссертационного исследования. Одним из основных направлений является развитие системы поддержки принятия врачебных решений за счет расширения базы знаний, включения дополнительных клинических параметров и внедрения более сложных алгоритмов искусственного интеллекта. Это позволит повысить точность выбора конструкции дентального имплантата, автоматизировать этап планирования имплантации и обеспечить более высокий уровень персонализации лечения на основе комплексного анализа диагностических данных.

Другим важным направлением является дальнейшее развитие технологий автоматизированного анализа данных конусно-лучевой компьютерной томографии, компьютерного моделирования и индивидуального проектирования имплантационных конструкций. Интеграция методов компьютерного зрения,

биомеханического моделирования и аддитивных технологий производства позволит создавать персонализированные имплантаты с оптимальными геометрическими и функциональными характеристиками. В совокупности это будет способствовать формированию единой цифровой экосистемы имплантационного лечения и повышению эффективности клинических решений в современной стоматологической практике.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

1. Постников, М.А. История эволюции дентальных имплантатов (обзор литературы) / М.А. Постников, А.А. Кийко, А.М. Нестеров [и др.] // **Клиническая стоматология.** – 2022. – Т. 25, № 1. – С. 48-52.
2. Шаров, А.Н. Значение объема прикрепленной десны в периимплантатной зоне. Клинический случай / А.Н. Шаров, М.А. Носова, К.А. Привалова, Е.С. Михайлова М.А. Постников А.Д. Лысов, В.А. Лысова, А.А. Кийко // **Проблемы стоматологии.** – 2024. – Т.20, №3. – С. 78-85.
3. Николаенко, А.Н. Влияние макродизайна дентального имплантата на успех протезирования / А.Н. Николаенко, М.А. Постников, Н.В. Попов, А.П. Борисов, А.А. Кийко // **Клиническая практика.** – 2024. – Т. 15, № 4. – С. 89-96.
4. Лысов, А.Д. Персонифицированный подход при дентальной имплантации и ортопедическом лечении с применением пластики мягких тканей / А.Д. Лысов, М.А. Постников, В.А. Лысова, А.А. Кийко, Р.М. Рахимов // **Ортодонтия.** – 2025. – №4 (112). – С. 40-47.
5. Рахимов, Р.М. Эффективность применения PRF-мембраны после удаления зуба при планировании отсроченной дентальной имплантации / Рахимов Р.М., Постников М.А., Чигарина С.Е., Лысов А.Д., Кийко А.А // **Институт стоматологии.** – 2025. – № 2(107). – С. 57-59.
6. Кийко, А.А. Автоматизация проектирования дентальных имплантатов в составе системы поддержки принятия врачебных решений / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников, А.В. Колсанов, И.М. Байриков // **Менеджер здравоохранения.** – 2026. – № 4. – С. 109-116.
7. Кийко, А.А. Система поддержки принятия врачебных решений по выбору конструкции дентального имплантата с использованием машинного обучения / А.А. Кийко, А. Н. Николаенко, М.А. Постников, Н.В. Попов, А.Д. Лысов, А.Е. Пономарев, Е.В. Заров // **Известия Юго-Западного государственного университета.** – 2026. – Том 16. - № 1. – С.174-188.
8. Кийко, А.А. Влияние микродизайна дентального имплантата на успех имплантационного лечения имплантата / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников // **Ортодонтия.** – 2025. - № 1(109). – С. 59-60.
9. Кийко, А.А. База знаний для моделирования цифрового персонализированного дентального имплантата / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников, О.Н. Павлова // **Менеджер здравоохранения.** – 2026. – № 1. – С. 81-87.

Патенты и программы для ЭВМ по теме диссертации

1. Патент RU240553 Российская Федерация. МПК A61C 8/00 (2026.01). Индивидуальный дентальный имплантат: заявка № 2025134026: заявл.03.12.2025:

опубл. 19.01.2026 / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников [и др.]. – Бюл. № 2. – с.5.
2. Патент RU2856586 Российская Федерация. МПК A61C 8/00 (2026.01). Способ изготовления индивидуального дентального имплантата: заявка № 2025134011: заявл.03.12.2025: опубл. 24.02.2026 / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников [и др.]. –Бюл. № 6. – с.6.
3. Свидетельство RU2022683245 Российская Федерация. Количество витков резьбы имплантата: заявка №2022683053: дата поступления 30.11.2022: публикация 02.12.2022 / М.А. Постников, А.А. Кийко, В.А. Купряхин [и др.]. – Бюл. № 12. – 1с.
4. Свидетельство RU2026616962 Российская Федерация. Программная система поддержки принятия врачебных решений по выбору конструкции дентального имплантата: заявка № 2026615891: дата поступления: 06.03.2026: публикация 12.03.2026 / А.А. Кийко, А.Н. Николаенко, М.А. Постников [и др.]. –Бюл. № 3. – 1с.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АПИ – антиоксидантно-прооксидантный индекс
АРМ – автоматизированное рабочее место
ГП – глутатионпероксидаза
ГР – глутатионредуктаза
ДК – диеновые конъюгаты
ИЛ – интерлейкин
КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография
КЩФ – костная щелочная фосфатаза
ЛАИ – локальный антиоксидантный индекс
МВХЛ – максимум вспышки хемилюминесценции ротовой жидкости
МДА – малоновый диальдегид
ММП – матриксная металлопротеиназа
МПКТ – минеральная плотность костной ткани
ОПТГ – ортопантомограмма
ОШ – отношение шансов
ПХЛ - площадь H_2O_2-индуцируемой люминол-зависимой хемилюминесценции
САР – абсолютное снижение частоты неблагоприятных исходов
СОД – супероксиддисмутаза
СОР – относительное снижение частоты неблагоприятных исходов
СППВР – системы поддержки принятия врачебных решений
ТБК - комплекс с тиобарбитуровой кислотой
ФНО – фактор некроза опухоли
ЧБНЛ – число больных, которых нужно лечить в течение определенного времени, чтобы предотвратить один неблагоприятный исход
ЧИК – частота исходов в группе сравнения
ЧИЛ – частота исходов в группе лечения