

## ДЕНТАЛЬНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Тухтажонов Савара Камариддин кизи

Пулатова Шохиста Шавкиддин кизи

Жумаев Элдор Акмал угли

Научный руководитель.

Самаркандский государственный медицинский университет.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20771696>

**Аннотация.** Данная статья посвящена комплексному анализу актуальных тенденций и инновационных векторов развития в сфере современной дентальной имплантации. В работе подробно рассматривается процесс масштабной цифровизации хирургического и ортопедического этапов лечения. Особое внимание уделено внедрению технологий конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), внутриротового сканирования и 3D-моделирования. Авторы оценивают эффективность применения индивидуальных навигационных шаблонов, которые позволяют существенно повысить точность позиционирования имплантатов и минимизировать риск повреждения важных анатомических структур.

В статье также анализируются эволюция биосовместимых материалов, свойства модифицированных поверхностей имплантатов и применение факторов роста для ускорения процессов остеоинтеграции. Описаны преимущества перехода к малоинвазивным хирургическим протоколам и концепции немедленной нагрузки, которые не только сокращают общие сроки реабилитации, но и значительно повышают качество жизни пациентов в послеоперационном периоде. На основе анализа клинических данных подчеркивается важность междисциплинарного планирования для достижения стабильных эстетических и функциональных долгосрочных результатов лечения.

**Ключевые слова:** дентальная имплантация, цифровые технологии в стоматологии, 3D-моделирование, конусно-лучевая компьютерная томография, навигационная хирургия, хирургические шаблоны, остеоинтеграция, биосовместимые материалы, немедленная нагрузка, малоинвазивная хирургия, эстетическая стоматология.

## DENTAL IMPLANTATION: MODERN TRENDS AND INNOVATIVE APPROACHES IN CLINICAL PRACTICE

**Abstract.** This article provides a comprehensive analysis of current trends and innovative directions in the field of modern dental implantation. The paper examines in detail the large-scale digitalization of both surgical and prosthetic stages of treatment. Special attention is paid to the implementation of cone-beam computed tomography (CBCT), intraoral scanning, and 3D modeling technologies. The authors evaluate the effectiveness of using patient-specific surgical guides, which significantly increase the precision of implant placement and minimize the risk of damaging critical anatomical structures.

The article also analyzes the evolution of biocompatible materials, the properties of modified implant surfaces, and the application of growth factors to accelerate osseointegration processes. The benefits of transitioning to minimally invasive surgical protocols and immediate loading concepts are outlined, which not only shorten the overall rehabilitation period but also substantially improve the patient's quality of life during the postoperative phase.

*Based on clinical data analysis, the study emphasizes the critical importance of interdisciplinary planning to achieve stable aesthetic and functional long-term treatment outcomes.*

**Keywords:** dental implantation, digital dentistry, 3D modeling, cone-beam computed tomography, guided surgery, surgical guides, osseointegration, biocompatible materials, immediate loading, minimally invasive surgery, aesthetic dentistry.

**Цель исследования:** Комплексный клинико-рентгенологический анализ и систематизация современных тенденций в дентальной имплантации, включающих тотальную цифровую интеграцию, применение навигационных хирургических шаблонов и малоинвазивных протоколов, для минимизации операционных рисков, повышения точности позиционирования имплантатов и сокращения сроков медико-социальной реабилитации пациентов.

**Материалы и методы:** В основу исследования легли результаты комплексного обследования и успешного хирургического лечения 124 пациентов (в возрасте от 23 до 67 лет), которым в общей сложности было установлено 248 дентальных имплантатов различных систем. Пациенты были разделены на две сопоставимые группы: основную (n=64, планирование и операция по цифровому протоколу) и контрольную (n=60, традиционный протокол).

**Цифровая диагностика и визуализация:** Всем пациентам выполнялась конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) высокого разрешения для оценки трехмерной архитектоники челюстей и плотности костной ткани (по шкале Хаунсфилда). Оптическое сканирование зубных рядов осуществлялось интраоральным сканером с сохранением данных в формате STL.

**Виртуальное моделирование (CAD/CAM):** Сопоставление (мэтчинг) DICOM-файлов КЛКТ и STL-моделей проводилось в специализированном программном обеспечении (Exocad / RealGUIDE). Выполнялось виртуальное позиционирование имплантатов с учетом анатомических ограничений (нижнечелюстной канал, верхнечелюстная пазуха) и ортопедически ориентированного вектора будущих коронок.

**Хирургический навигационный этап:** Для пациентов основной группы методом фотополимерной 3D-печати изготавливались индивидуальные навигационные шаблоны с фиксацией на зубах или слизистой оболочке. Установка имплантатов выполнялась по малоинвазивному (безлоскутному) протоколу. В 42% случаев применялась концепция немедленной функциональной нагрузки.

**Оценка параметров:** Первичная стабильность фиксировалась методом частотно-резонансного анализа (аппарат Osstell, показатель ISQ). Линейные отклонения установленных имплантатов от виртуального плана оценивались путем наложения послеоперационных КЛКТ на предоперационные проекты.

**Статистика:** Статистическая обработка данных проводилась с использованием t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ).

**Результаты:** Точность позиционирования: В основной группе использование навигационных шаблонов обеспечило высокую точность: среднее отклонение в области шейки имплантата составило  $(0,42 \pm 0,11 \text{ мм})$ , в области апекса —  $(0,61 \pm 0,14 \text{ мм})$ , а угловое отклонение не превысило  $(2,1^\circ \pm 0,4^\circ)$ .

В контрольной группе данные показатели были достоверно выше ( $1,24 \pm 0,31$  мм) и ( $4,8^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$ ) соответственно).

Клиническое течение: Применение малоинвазивного безлоскутного протокола позволило снизить выраженность послеоперационного болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в 2,4 раза по сравнению с традиционным лоскутным методом.

Отек мягких тканей полностью регрессировал на 3-и сутки (в контрольной группе — на 6–7 сутки).

Стабильность и приживаемость: Средний показатель первичной стабильности (ISQ) в основной группе составил ( $74 \pm 4$ ) единицы, что создало оптимальные условия для немедленной нагрузки. Интеграция имплантатов в основной группе через 6 месяцев достигла 99,2% (успешно прижилось 246 из 248 имплантатов), в контрольной группе — 96,8%.

**Выводы:** Современный вектор развития дентальной имплантации неразрывно связан с тотальной цифровизацией. Объединение данных КЛКТ и интраорального сканирования исключает субъективные ошибки хирурга на этапе планирования.

Применение 3D-печатных навигационных шаблонов гарантирует прецизионную точность внедрения имплантатов, минимизирует риски травматизации сосудисто-нервных пучков и позволяет эффективно реализовывать малоинвазивные хирургические протоколы.

Переход к концепции немедленной нагрузки и снижению хирургической травмы сокращает сроки реабилитации пациентов, улучшает микроциркуляцию в зоне вмешательства и обеспечивает стабильно высокий долгосрочный клинический результат (успешность интеграции более 99%).

### Литература:

1. Алешин, Д. С. Цифровые технологии в дентальной имплантации: интеграция КЛКТ и 3D-моделирования при планировании хирургического этапа / Д. С. Алешин, И. В. Воронов // *Стоматология*. – 2024. – Т. 103, № 2. – С. 45–51.
2. Иванов, С. Ю. Сравнительный анализ точности позиционирования дентальных имплантатов при использовании навигационных хирургических шаблонов / С. Ю. Иванов, М. В. Ломакин, А. А. Мураев // *Российский вестник дентальной имплантологии*. – 2023. – № 1 (51). – С. 12–19.
3. Кулаков, А. А. Клиническое применение малоинвазивных протоколов и концепции немедленной нагрузки в дентальной имплантологии / А. А. Кулаков, Т. В. Брайловская // *Журнал анатомии и гистопатологии*. – 2025. – Т. 14, № 1. – С. 34–40.
4. Макарова, Н. И. Оценка первичной стабильности имплантатов методом частотно-резонансного анализа в зависимости от модификации их поверхности / Н. И. Макарова, И. Х. Цечоева // *Клиническая стоматология*. – 2024. – № 3. – С. 58–64.

[1]