

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-216-222

УДК 616.31

## РОЛЬ ТОЛЩИНЫ ОСТАВШЕГОСЯ ДЕНТИНА ПРИ ПРЕПАРИРОВАНИИ ВИТАЛЬНЫХ ЗУБОВ ПОД ИСКУССТВЕННУЮ КОРОНКУ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Кошелев К. А., Герасимов А. М., Орлова К. А., Иванова С. Б., Костин И. О., Соколова И. В., Трапезников Д. В.

Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия

### Аннотация

В современной ортопедической стоматологии, невзирая на темпы цифровизации, работу профилактических программ и популяризацию здорового образа жизни, одной из самых распространенных операций в практике остается препарирование твердых тканей зубов. Наиболее серьезные осложнения данной манипуляции проявляются в случае витальных зубов. На первом месте среди таких осложнений стоит травматический пульпит, ввиду таких повреждающих факторов препарирования как механическое, температурное и вибрационное воздействие. Пульпит может развиваться как в процессе редуцирования твердых тканей зубов, так и через некоторое время после его завершения. В статье представлены данные как современной, так и общепризнанной фундаментальной стоматологической науки о механизмах развития травматического пульпита и факторах, определяющих риск его возникновения. Приведены сведения о предполагаемой безопасной остаточной толщине надпульпарного дентина, как показателе, определяющем риск отдаленного возникновения травматического пульпита. Проанализированы подходы, предлагающие с помощью разных способов оценить толщину оставшегося надпульпарного дентина. Проанализированы возможности рентгенологических методов и компьютерных программ для планирования препарирования твердых тканей зубов. Описаны наиболее эффективные устройства, защищенные патентами, которые способны снизить риск повреждения пульпы зубов при их препарировании. В завершение статьи сформулированы тезисы о всевозрастающей роли конусно-лучевой компьютерной томографии в планировании как комплексного стоматологического лечения, так и конкретных манипуляций и обосновывается перспективность создания специализированной компьютерной программы для определения объема предстоящего препарирования твердых тканей, основанной на автоматизированной дифференциации направленного редуцирования в зависимости от материала будущей искусственной коронки, особенностей анатомии и индивидуальных клинических особенностей.

**Ключевые слова:** препарирование твердых тканей зубов, надпульпарный дентин, редукция эмали и дентина, планирование препарирования под искусственные коронки, оценка толщины дентина

### Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

**Константин Александрович КОШЕЛЕВ** ORCID ID 0000-0002-2716-6364

д.м.н., доцент, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
Koshlev1987@yandex.ru

**Артем Михайлович ГЕРАСИМОВ** ORCID ID 0000-0002-4447-9979

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Ксения Андреевна ОРЛОВА** ORCID ID 0009-0003-6586-8521

ординатор кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Светлана Борисовна ИВАНОВА** ORCID ID 0009-0001-7244-0959

к.м.н., доцент, доцент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Игорь Олегович КОСТИН** ORCID ID 0000-0003-3714-0966

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
kostinigor@rambler.ru

**Ирина Викторовна СОКОЛОВА** ORCID ID 0000-0002-7169-8720

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Дмитрий Валерьевич ТРАПЕЗНИКОВ** ORCID ID 0009-0008-3776-0122

к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия  
trapeznikov\_76@mail.ru

**Адрес для переписки: Константин Александрович КОШЕЛЕВ**

170100, г. Тверь, ул. Советская, д.4, кафедра ортопедической стоматологии ТГМУ  
+7 (904) 004-48-18  
koshlev1987@yandex.ru

### Образец цитирования:

Кошелев К. А., Герасимов А. М., Орлова К. А., Иванова С. Б., Костин И. О., Соколова И. В., Трапезников Д. В. РОЛЬ ТОЛЩИНЫ ОСТАВШЕГОСЯ ДЕНТИНА ПРИ ПРЕПАРИРОВАНИИ ВИТАЛЬНЫХ ЗУБОВ ПОД ИСКУССТВЕННУЮ КОРОНКУ И МЕТОДЫ ЕЕ ОЦЕНКИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). Проблемы стоматологии. 2026; 2: 216-222.

© Кошелев К. А. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-216-222

Поступила 04.04.2026. Принята к печати 06.06.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-216-222

**THE ROLE OF REMAINING DENTIN THICKNESS DURING VITAL TOOTH PREPARATION FOR AN ARTIFICIAL CROWN AND METHODS FOR ITS EVALUATION (LITERATURE REVIEW)****Koshelev K.A., Gerasimov A.M., Orlova X.A., Ivanova S.B., Kostin I.O., Sokolova I.V., Trapeznikov D.V.***Tver State Medical University, Tver, Russia***Abstract**

In modern prosthodontics, despite the rapid pace of digitalization, the implementation of preventive programs, and the promotion of a healthy lifestyle, the preparation of hard dental tissues remains one of the most common clinical procedures. The most severe complications of this manipulation occur in vital teeth. Traumatic pulpitis ranks first among such complications, driven by damaging factors of preparation such as mechanical, thermal, and vibrational impacts. Pulpitis may develop both during the reduction of hard dental tissues and sometime after the procedure. This article presents data from both modern and widely recognized fundamental dental science regarding the mechanisms of traumatic pulpitis development and the factors determining its risk. Information is provided on the proposed safe remaining dentin thickness (RDT) as a key parameter determining the long-term occurrence of traumatic pulpitis. The paper cites studies proposing various methods to evaluate the thickness of the remaining circumpulpal dentin. The capabilities of radiological methods and computer software for planning hard dental tissue preparation are analyzed. Furthermore, the most effective patented devices capable of reducing the risk of pulp damage during preparation are described. In conclusion, the article highlights the increasing role of cone-beam computed tomography (CBCT) in planning both comprehensive dental treatment and specific manipulations. It emphasizes the need to develop specialized computer software for determining the volume of upcoming hard tissue preparation, based on automated differentiation of targeted reduction depending on the material of the future artificial crown, anatomical features, and individual clinical characteristics.

**Keywords:** *hard dental tissue preparation, circumpulpal dentin, enamel and dentin reduction, preparation planning for artificial crowns, dentin thickness evaluation*

---

The authors declare no conflict of interest

---

**Konstantin A. KOSHELEV** ORCID ID 0000-0002-2716-6364

PhD, MD, DSc, Associate Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
Koshelev1987@yandex.ru

**Artem M. GERASIMOV** ORCID ID 0000-0002-4447-9979

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Xenia A. ORLOVA** ORCID ID 0009-0003-6586-8521

Resident at the Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Svetlana B. IVANOVA** ORCID ID 0009-0001-7244-0959

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Igor O. KOSTIN** ORCID ID 0000-0003-3714-0966

PhD, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
kostinigor@rambler.ru

**Irina V. SOKOLOVA** ORCID ID 0000-0002-7169-8720

PhD, Associate Professor of the Department of Prosthodontics, Tver State Medical University, Tver, Russia  
kaf.ortstom@tvgmu.ru

**Dmitry V. TRAPEZNIKOV** ORCID ID 0009-0008-3776-0122

PhD, Assistant Professor of the Department of Prosthodontics, Tver State Medical University, Tver, Russia  
trapeznikov\_76@mail.ru

**Correspondence address: Konstantin A. KOSHELEV**

170100, Tver, Sovetskaya str., 4, Department of Orthopedic Dentistry.

+7 (904) 004-48-18

koshelev1987@yandex.ru

---

**For citation:**

Koshelev K.A., Gerasimov A.M., Orlova X.A., Ivanova S.B., Kostin I.O., Sokolova I.V., Trapeznikov D.V.

THE ROLE OF REMAINING DENTIN THICKNESS DURING VITAL TOOTH PREPARATION FOR AN ARTIFICIAL CROWN AND METHODS FOR ITS EVALUATION (LITERATURE REVIEW). *Actual problems in dentistry*. 2026; 2: 216-222. (In Russ.)

© Koshelev K.A. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-216-222

Received 04.04.2026. Accepted 06.06.2026

## Введение

Определение конкретных параметров твердых тканей зуба при обследовании пациента различными методами поможет обосновать и спланировать его лечение. Толщина слоя оставшегося дентина — один из ключевых факторов для защиты пульпы, планирования специальной подготовки к ортопедическому лечению, выбора конструкции, прогнозирования состояния пульпы после препарирования, прочности конструкции и хороших отдаленных результатов протезирования [1–3]. Этот слой защищает пульпу не только во время препарирования, но и при перебазировке временных коронок, поскольку полимеризация акриловых пластмасс происходит с выделением тепла, а мономер обладает цитотоксическими свойствами [4–7].

Даже при строгом соблюдении правил и режима препарирования при сошлифовывании значительного слоя твердых тканей в пульпе возникают обратимые, а иногда и необратимые патологические изменения [2].

**Цель исследования:** проанализировать данные доступной отечественной и иностранной профильной литературы на предмет значимости толщины оставшегося после препарирования зуба под искусственную коронку дентина и изучить существующие методы оценки его толщины.

Дентин обладает низкой теплопроводностью и хорошими теплоизолирующими свойствами, но при уменьшении его толщины они становятся недостаточными. Диаметр дентинных трубочек и их количество увеличивается по мере приближения к пульпе зуба, то есть проницаемость дентина увеличивается в геометрической прогрессии с увеличением глубины препарирования. При оценке степени повреждения пульпы зуба во время лечения проницаемость дентина имеет основополагающее значение. При толщине остающегося дентина 2 мм пульпа защищена от большинства восстановительных манипуляций при соблюдении всех мер предосторожности, поэтому многие авторы считают, что толщина дентина 2 мм и более является необходимой для защиты пульпы [2]. Но другие исследователи полагают, что при тщательном соблюдении режима препарирования можно немного уменьшить эти пределы в отдельных зонах до оптимальной толщины околопульпарного дентина 1,0–1,2 мм, критической — 0,7 мм [8–10]. На практике эти рекомендации соблюдать чрезвычайно сложно. Например, в экспериментальных исследованиях на 16 удаленных центральных резцах верхней челюсти методом микрофотографии (ХМТ или micro-CT) по маркировочным точкам в трех плоскостях толщина оставшегося дентина в большинстве точек была меньше 1,5 мм, в шести случаях меньше 1 мм, и в 3 — меньше, чем 0,5 мм [11].

Ptak D. M. и соавторы в своём исследовании продемонстрировали, что общая частота возникновения патологии пульпы после установки ортопедических конструкций составила 8,77 %, что подтверждает необходимость тщательного контроля состояния пульпы на всех этапах ортопедического лечения [12]. Жизнеспособность пульпы после препарирования зависит от топографо-

анатомических характеристик вскрытых дентинных трубочек, определяющих эффективность барьерной функции остаточного слоя дентина [13].

Очевидно, что необходимы удобные и точные методы определения и контроля толщины оставшегося дентина. Одной из первых и старейших попыток было определение зон безопасности при препарировании на разных зубах и их связь с возрастом. Метод основан на определении толщины твердых тканей зубов в различных возрастных группах, измерении в определенных зонах, а также статистической обработке результатов. По полученным данным составлены таблицы и схематические рисунки зубов, учитывающие связь с возрастом. К преимуществам этого метода относятся простота применения и неинвазивность. К недостаткам относят недостаточный учет индивидуальных особенностей пациента, касающихся как особенностей размеров зубов, так неблагоприятных клинических условий (травматическая окклюзия, парафункции жевательных мышц, нарушения амелогенеза и т. д.) [14].

Использование специальных маркировочных боров и силиконовых оттисков, разрезаемых в разных плоскостях, дает возможность создать правильную форму культи зуба и оценить степень сошлифовывания [15–16]. Такие методы предлагают разные алгоритмы препарирования, гарантируют необходимые для конкретных конструкций параметры, но в итоге не дают представления о толщине оставшегося дентина, играющего защитную и изолирующую роль.

Эмаль и дентин зуба обладают высокими показателями удельного сопротивления электрическому току. Поскольку для эстетически полноценных коронок почти всегда эмаль сошлифовывается полностью, по величине сопротивления можно рассчитать толщину оставшегося дентина. Эту задачу успешно выполняет аппарат Prepometer DTM-800 (Hager & Werken GmbH & Co. KG), на основе омметра [17]. Позже разработан аналог этого прибора — аппарат EndoEst-3D (Геософт, Россия-Израиль), являющийся многофункциональным аппаратом с определением толщины надпульпарного дентина, выполняющий дополнительно роль апекслокатора и электрооднотометра [1–2, 18].

С этой же целью Д. А. Зиманков с соавт. создали прибор «Устройство для непрерывного измерения толщины надпульпарного дентина» для измерения электросопротивления дентина с последующим расчетом его толщины. Авторы сравнили данный прибор с аппаратом «Эндо ЭСТ 3Д» (Геософт). Разработанный аппарат оказался таким же эффективным [19–21].

К преимуществам этого метода относится возможность проведения измерений в различных зонах препарирования, его точность ( $\pm 0,2$  мм). Но у него есть и существенные недостатки, главным из которых является необходимость наличия дорогостоящей аппаратуры, проводить измерения можно только в дентине, погрешности увеличиваются по направлению к боковым зубам и связаны со сложностями сохранения сухости поверхности, поскольку влага уменьшает сопротивление [22].

Более точными, доступными и распространенными являются лучевые методы. Сначала оценка толщины твердых тканей зуба проводилась по внутривисочным рентгенограммам. К преимуществам метода относится визуализация всех твердых тканей зуба и пародонта, это позволяет решить одновременно несколько диагностических задач. Но недостатки метода многократно перевешивают его достоинства: относительно большая лучевая нагрузка; полученное изображение является двумерным и суммационным, может быть, значительное проекционное искажение. Все эти особенности делают метод недостаточно точным и небезопасным [1].

Его успешно заменило измерение толщины твердых тканей зуба по результатам конусно-лучевой компьютерной томографии. Компьютерная томография является одним из совершенных и наиболее динамично развивающихся дополнительных методов обследования в стоматологии. Метод основан на выполнении компьютерной трехмерной реконструкции исследуемого объекта из серии рентгеновских снимков [23]. Его преимущества заключаются в отсутствии проекционного искажения и суммации изображения за счет его трехмерности, возможности проведения непосредственных измерений в различных слоях и участках исследуемого зуба. Он характеризуется высокой разрешающей способностью, имеющей тенденцию к повышению в новых поколениях томографов [24].

При помощи этого метода была подтверждена вариабельность параметров коронок и макроанатомические вариации строения зубов [25–29].

В настоящее время КТ и в особенности цифровые технологии повышают точность диагностики и безопасности протезирования [30, 31].

Полученные при анализе КТ данные имеют большое значение не только для лечения, но и для протезирования зубов [32–34].

В Приволжском исследовательском медицинском университете создана программа для ЭВМ «Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов», которая позволяет определить степень атрофии альвеолярной части лунки опорных зубов с одновременным автоматизированным расчетом коэффициентов выносливости пародонта с учетом площади поверхности корней зубов, протяженности дефекта зубного ряда, состояния опорных зубов: витальность, устойчивость, изменения в периапикальных тканях, соотношение высоты коронки и длины корня, окклюзионные взаимоотношения, наличие или отсутствие антагонистов. После анализа перечисленных данных программа формирует заключение о целесообразности применения мостовидного протеза или, наоборот, о наличии противопоказания для его применения в данной клинической ситуации [35].

Я. Н. Харах с соавт. в сравнительном аспекте изучили достоверность границ пульпарных полостей на рентгенограммах и у нативных зубов с целью безопасного препарирования зубов, наклоненных в сторону дефекта зубного ряда, под опору трехэлементного мостовидного протеза. Ими разработан метод рентгенологической

оценки анатомо-топографических границ полости зуба, позволяющий планировать безопасное препарирование, прогнозировать параметры культей опорных зубов. Разработано компьютерное программное обеспечение, определяющее толщину твердых тканей зуба. Погрешность определения толщины твердых тканей зуба составляет  $\pm 0,2$  мм. Авторами определены предельные углы наклона осей зубов, позволяющие избежать депульпирования [36]. Окклюзионные поверхности опорных зубов препарировали на планируемую глубину с одновременным формированием наклона в сторону, противоположную траектории пути введения и уступа на придесневом уровне, при этом от вестибулярной поверхности к сохранявшейся стенке уровень уступа постепенно повышался (в сторону окклюзионной поверхности), образуя ровный контур, а его ширина уменьшалась. Таким образом, формировали культы опорных зубов, которые при виде сверху имели вид усеченного конуса [37]. Но предложенная методика рассчитана на строго определенные конструкции и позволяет проводить ортопедическое лечение только трехэлементными разборными несъемными фрезерованными мостовидными протезами с адгезивной фиксацией и опорными элементами в виде окклюзионных наклонных накладок, опирающихся на частичный уступ. Из опубликованных работ не ясно, как гарантируется точность переноса рекомендованных параметров в клинику.

В этом же направлении делались попытки разработать и использовать оригинальные программы для протезирования фрезерованными мостовидными протезами с опорами на вкладки [38]. Замещение дефектов зубного ряда пациентам проводилось по предложенному авторами способу (патент РФ № 2791394). На этапе планирования ортопедической конструкции до препарирования опорных зубов получали гипсовую модель челюсти, которую подвергли 3D сканированию в сканере Rolland LPX@. Из полученных данных формировали твердотельную 3D модель нижней челюсти в STL формате. После чего моделировали варианты опорных поверхностей на виртуальных моделях опорных зубов и соответствующих им ответных опорных поверхностях на моделях протезов. Осуществляли компьютерный анализ прочностных характеристик моделей протезов и моделей опорных зубов с учетом характеристик взаимодействующих опорных поверхностей в программной среде ANSYS SpaceClaim v19.2@. На основании полученных данных анализа выбирали оптимальный вариант формы и расположения опорных поверхностей протезов с наиболее благоприятной для функционирования ортопедической конструкции нагрузкой. Проводили расчет распределения нагрузок на опорные зубы. Из вариантов, удовлетворяющих критериям прочности, выбирали тот, в котором абсолютный объем сошлифовывания твердых тканей на опорных зубах был минимальным. Полученные данные служили основой для формирования оптимально допустимой геометрии полостей на опорных зубах под мостовидную конструкцию и для изготовления мостовидного протеза в CAD/CAM системе.

Автором кроме этого предложен и метод оценки объема сошлифовывания твердых тканей опорных зубов. Для выявления объема сошлифовывания твердых тканей коронковых частей зубов до препарирования и после препарирования применяли программную среду RediAntDicomaddition@ и авторскую программу ЭВМ № 2021619027. У пациентов контрольной и основной групп до препарирования зубов получали КЛКТ. На полученных Dicom моделях до препарирования врач указывал программам опорные зубы, и они в автоматическом режиме высчитывали объем коронковых частей опорных зубов в основной и контрольной группах. После одонтопрепарирования в исследуемых группах повторно изготавливали томографические снимки. Данные Dicom загружались в программы. Врач указывал программам коронковые части опорных зубов, и они в автоматическом режиме высчитывала объем коронковых частей опорных зубов после проведенного сошлифовывания твердых тканей. На завершающем этапе исследования программы RediAntDicomaddition@ и авторская программа ЭВМ № 2021619027 в машинном режиме вычитали из объема коронковых частей опорных зубов до препарирования объем коронковых частей опорных зубов после проведенного сошлифовывания твердых тканей у пациентов, протезированных по предложенному методу, как и ожидалось, оказался меньше [38].

Автор проводил сравнение результатов протезирования разными конструкциями. Но сравнение, на наш взгляд, было некорректным, поскольку сравнивались разные виды опор: фрезерованные вкладки и полные коронки. К тому же остается не понятным как переносятся в клинику при препарировании зубов рассчитанные параметры полостей для опорных вкладок. Кроме того, трехлетние сроки наблюдения, вполне достаточные для таких конструкций, значительно меньше средних сроков эксплуатации классических мостовидных протезов с опорами на полные коронки.

Делались попытки измерения толщины твердых тканей зуба с помощью оптокогерентной томографии. Оптокогерентная томография — методика, основанная на применении лазерного излучения для получения изображений биологических микроструктур в высоком разрешении. По принципу действия метод сходен с УЗ-исследованием, однако вместо ультразвука при оптокогерентной томографии используется лазерный или инфракрасный луч. Этот метод эффективно используется в офтальмологии, в настоящее время начинает применяться и в других отраслях медицины, в том числе в стоматологии. К преимуществам метода относят неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, достаточно высокая разрешающая способность ( $\pm 0,1$  мм). К сожалению, аппараты для использования в стоматологии распространены недостаточно и им свойственно значительное увеличение погрешности измерений при слое надпульпарного дентина более 1 мм, пока отсутствует информация о возможности измерения толщины слоя эмали, но в пародонтологии этот метод уже нашел свою нишу [1].

В практической стоматологии нужен точный качественный контроль проведенного одонтопрепарирования. Для этого необходимо создание и клиническая апробация денальных навигационных технологий (ДНТ). При клиническом применении денальных навигационных систем планирование последующего зубного протезирования и нивелирование возможных рисков создается тандемом стоматолога ортопеда и зубного техника. К сожалению, в практическом здравоохранении вышеописанные технологии на данный момент не нашли широкого применения, поэтому негативное влияние человеческого фактора продолжает отрицательно сказываться на результате одонтопрепарирования и ортопедического лечения в целом [39, 40].

С этой целью создана инновационная система денальной навигации, которая включает в себя два конструктивных элемента:

1. устройство стабилизации движений стоматологического наконечника (УСДСН)
2. устройство для контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента (УККУОСИ).

Первое из них используется для исключения случайных угловых отклонений рабочего инструмента во время проведения одонтопрепарирования и механической стабилизации. Оно представляет собой систему жестких балок, поворотных, шарнирных сочленений и соединений, которая удерживает стоматологический наконечник во время проведения операции одонтопрепарирования и ограничивает угловые отклонения. Для измерения угловых отклонений режущего инструмента во время одонтопрепарирования использовали устройство контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента (приоритетная справка 2012154644 от 17.12.2012 г.). Данное устройство позволяет врачу контролировать и измерять угловое положение инструмента во время работы [41–43]. Но эта система помогает только создать оптимальную конвергенцию стенок опорного зуба и контролировать соосность опорных зубов мостовидного протеза. К тому же она достаточно сложная, исключает возможность изменения положения головы пациента и поэтому на данном этапе апробируется только на фантомах.

Контролируемое препарирование, с применением морфометрического контроля предложили С. И. Токмакова с соавт. [44]. Способ снижает риск осложнений препарирования твердых тканей, но, по нашему мнению, требует увеличения времени работы и дополнительного оборудования. Обязательными этапами протокола препарирования по авторскому методу является применение порошка оксида алюминия с размером частиц 29 мкм, и порошка бикарбоната натрия. Данный метод предназначен для контролируемого лечения кариеса зубов и его главной мыслью является использование дентинометрии на этапах работы, а не только для финишного контроля.

Выбор оптимальной конструкции протеза соответствует принципам и направлениям бережливого производства, которое заключается в оптимизации деятель-

ности медицинской стоматологической организации для создания пациентоориентированной системы оказания стоматологических услуг и благоприятной производственной среды.

### Заключение

Учитывая все вышеизложенное, перспективным направлением представляется создание программы для

ЭВМ для анализа полученных при КТ данных, которая поможет выбрать и обосновать конструкцию протеза и его опорных элементов, позволяющих избежать неоправданного депульпирования зубов. Кроме этого, остается пока практически нерешенной проблема точного переноса полученных расчетных данных в клиническую практическую стоматологию.

### Литература/References

1. Русакова С. И., Титарчук Л. В., Титарчук В. В. Обзор методов оценки толщины надпульпарных твердых тканей для планирования и выполнения операции одонтопрепарирования витальных зубов. Тверской медицинский журнал. 2017;(1):25–28. [Rusakova S. I., Titarchuk L. V., Titarchuk V. V. Overview of methods for assessing the thickness of suprapulpal hard tissues for planning and performing odontopreparation of vital teeth. Tverskoj medicinskij zhurnal. 2017;(1):25–28. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28210190>
2. Шнип Е. В., Наумович С. А. Влияние современных методов препарирования на состояние тканей зубов в ортопедической стоматологии. Современная стоматология. 2016;(4):14–17. [Shnip E. V., Naumovich S. A. The impact of modern methods of preparation on the state of dental tissues in prosthetic dentistry. Sovremennaya stomatologiya. 2016;(4):14–17. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27639462>
3. Ha W. N., Chaves G. S., Decurcio D., Estrela C., Peters O. A., Rossi-Fedele G. Remaining dentinal thickness after simulated post space preparation and the fit of prefabricated posts to root canal preparation shapes. Journal of the American Dental Association. 2021;152(12):1020–1032.e12. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2021.06.014>
4. Lipski M., Woźniak K., Szyszka-Sommerfeld L., Borawski M., Drożdżik A., Nowicka A. In Vitro Infrared Thermographic Assessment of Temperature Change in the Pulp Chamber during Provisionalization: Effect of Remaining Dentin Thickness Journal of healthcare engineering. 2020;2020:8838329. <https://doi.org/10.1155/2020/8838329>
5. Souza I. R., Pansani T. N., Basso F. G., Hebling J., de Souza Costa C. A. Cytotoxicity of acrylic resin-based materials used to fabricate interim crowns. Journal of prosthetic dentistry. 2020;124(1):122.e1–122.e9. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.030>
6. Srilakshmi N., Madhav V. N. V., Saini R. S., Alshadidi A. A. F., Aldosari L. I. N., Heboyan A. Assessment of thermal variations in the pulpal chamber during fabrication of provisionals using two different techniques and three materials. Technology and health care. 2024;32(2):1185–1197. <https://doi.org/10.3233/THC-230933>
7. Tan A. Y., Poon L., Ng E. L. M., Monsour P., El Masoud B. M., Moule A. et al. Cone beam computed tomography analysis of residual dentin thickness after virtual post placement in the palatal roots of maxillary first molars. The Journal of prosthetic dentistry. 2022;128(4):702–708. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.12.005>
8. Берсанов Р. У., Берсанова А. Р., Берсанов Я. Р. Сравнение дентальной имплантации и традиционных методов протезирования: долгосрочная эффективность и экономические аспекты. Вестник КНИИ РАН. Серия: Естественные и технические науки. 2025;(3):20–28. [Bersanov R. U., Bersanova A. R., Bersanov YA. R. Comparison of dental implants and traditional prosthetic methods: long-term effectiveness and economic aspects. Vestnik KNIi RAN. Seria "Estestvennye i tehnicheckie nauki". 2025;(3):20–28. (In Russ.).] <https://doi.org/10.69537/VKNIIRAN.2025.22.3.002>
9. Юлдашев И. И., Чернов М. А., Петров С. А., Альцев В. В. Снижение риска воспалительных реакций пульпы при несъемном протезировании. Проблемы современной науки и инновации. 2022;(3):53–57. [Yuldashev I. I., Chernov M. A., Petrov S. A., Maltsev V. V. Reducing the risk of inflammatory reactions of the pulp with non-removable prosthetics. Problemy sovremennoj nauki i innovacii. 2022;(3):53–57. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=49973505>
10. Митрофанов А. А., Иорданишвили А. К., Чернегов В. В. Пульпиты и особенности их проявления при сахарном диабете и гипертонической болезни (обзор). Вятский медицинский вестник. 2022;(3):82–92. [Mitrofanov A. A., Iordaniashvili A. K., Chernegov V. V. Pulpitis and features of its manifestations in diabetes mellitus and hypertension. Literature review. Vyatskij medicinskij vestnik. 2022;(3):82–92. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=49413011>
11. Davis G. R., Tayeb R. A., Seymour K. G., Cherukara G. P. Quantification of residual dentine thickness following crown preparation. Journal of dentistry. 2012;40(7):571–576. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.03.006>
12. Ptak D. M., Solanki A., Andler L., Shingala J., Tung D., Jain S. et al. The Pulpal Response to Crown Preparation and Cementation. Journal of Endodontics. 2023;49(5):462–468. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.02.013>
13. Berman L. H., Hargreaves K. M. Cohen's Pathways of the Pulp. 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2020. 992 p.
14. Плотников А. С., Чумакова А. А., Бабазде Э. Н. Особенности препарирования зубов под виниры. Вестник науки. 2026;3(1):2168–2173. [Plotnikov A. S., Chumakova A. A., Babazade E. N. Features of dental preparation for veneers. Vestnik nauki. 2026;3(1):2168–2173. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=88801301>
15. Моргачев Р. Ю., Кунин В. А., Гордеева Т. А., Каверина Е. Ю. Современные технологии и инновации в области вертикального препарирования зубов. Врач. 2025;36(3):73–76. [Morgachev R., Kunin V., Gordeeva T., Kaverina E. Modern technologies and innovations in the field of vertical tooth preparation. Vrach. 2025;36(3):73–76. (In Russ.).] <https://doi.org/10.29296/25877305-2025-03-13>
16. Пархоменко А. Н., Шемонаев В. И., Тимачева Т. Б., Гаценко С. М. Использование различных типоразмеров боров врачами-стоматологами-ортопедами государственных поликлиник Волгограда. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2023;20(1):161–165. [Parkhomenko A. N., Shemonaev V. I., Timacheva T. B., Gatsenko S. M. The use of various sizes of burs by orthopedists of Volgograd state dental clinics. Journal of Volgograd State Medical University. 2023;20(1):161–165. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53865563>
17. Demirchiyeva M., Rustamov E., Huseynova G. Complications of volumetric odontopreparation. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2024;145:61–63. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14236011>
18. Володина Е. В. Опыт клинического применения аппарата ENDOEST 3D для оценки динамики прироста надпульпарного дентина при лечении гиперемии пульпы. Дентал Юг. 2010;(11):14–15. [Volodina E. V. Clinical experience of using the ENDOEST 3D device to assess the dynamics of suprapulpal dentin growth in the treatment of pulp hyperemia. Dental Yug. 2010;(11):14–15. (In Russ.).] <https://dentalmagazine.ru/posts/opyt-klinicheskogo-primeneniya-apparata-endoest-3d-dlya-ocenki-dinamiki-prirosta-nadpulparnogo-dentina-pri-lechenii-giperemii-pulpy.html>
19. Зиманков Д. А., Андриевский В. Ю., Гуськов А. В., Улитенко А. И., Андриевская Н. В. авторы; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, патентообладатель. Устройство для непрерывного измерения толщины надпульпарного дентина. Российская Федерация патент RU 191117. Оpubл. 24.07.2019. [Zimankov D. A., Andrievskiy V. Yu., Guskov A. V., Ulitenko A. I., Andrievskaya N. V., inventors; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Medical University named after Academician I. P. Pavlov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, assignee. Device for continuous measurement of thickness of overpulpated dentin. Russian Federation patent RU 191117. Published 24.07.2019. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39272510>
20. Гуськов А. В., Зиманков Д. А., Анвархонова Д. Б., Дармограй В. Н., Дармограй С. В., Филиппова А. С. Воспалительные реакции пульпы и пародонта при применении несъемных конструкций с большим объемом одонтопрепарирования. Клиническая стоматология. 2018;(4):56–59. [Gus'kov A. V., Zimankov D. A., Anvarkhonova D. B., Darmogray V. N., Darmogray S. V., Filippova A. S. The inflammatory reactions of the pulp and parodont with the use of fixed constructs with a large volume of odontopreparation. Clinical Dentistry (Russia). 2018;(4):56–59. (In Russ.).] [https://doi.org/10.37988/1811-153X\\_2018\\_4\\_56](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2018_4_56)
21. Зиманков Д. А. Профилактика осложнений при стоматологическом ортопедическом лечении на витальных зубах: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва; 2022. 178 с. [Zimankov D. A. Prevention of complications during dental orthopedic treatment on vital teeth: dissertation for the degree of candidate of medical sciences. Moscow; 2022. 178 p. (In Russ.).]
22. Гуськов А. В., Зиманков Д. А., Дармограй С. В., Гуськова А. А., Зиманкова С. Н., Мищенко А. С., Дармограй В. Н., авторы; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, патентообладатель. Способ лечения и профилактики воспалительных явлений пульпы зуба с сохранением ее витальности при протезировании несъемными ортопедическими конструкциями. Российская Федерация патент RU 2708671. Оpubл. 11.12.2019. [Gus'kov A. V., Zimankov D. A., Darmogray S. V., Guskova A. A., Zimankova S. N., Mishchenko A. S., Darmogray V. N., inventors; Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Ryazanskij gosudarstvennyj meditsinskij universitet imeni akademika I. P. Pavlova» Ministerstva zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii, assignee. Method of treating and preventing inflammatory dental pulp with retention of its vitality in prosthetic repair with non-removable orthopedic structures. Russian Federation patent RU 2708671. Date of publication: 11.12.2019. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41553126>
23. Ищенко Е. А., Попов Н. В. Измерение параметров апикального базиса верхней челюсти по данным КЛКТ. Ортодонтия. 2022;(3):47. [Ishchenko E. A., Popov N. V. Measurement of the apical base parameters of the upper jaw according to CBCT data. Ortodontiya. 2022;(3):47. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=50253498>
24. Ramachandra Reddy Gowda V., Mohan K. R., Sargurunathan E. A. V., Rathana R., Rajkumar I. J. M. Radiological insights into intraosseous compound odontomas through 3D CBCT imaging. Russian Electronic Journal of Radiology. 2025;15(3):260–266. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2025-15-3-260-266>

25. Янушевич О. О., Гасанова З. Т., Рунова Г. С., Вавилова Т. П. Количественная и качественная оценка костной ткани пародонта по данным конусно-лучевой компьютерной томографии и показателям слюны. Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. 2022;(79):26–29. [Yanushevich O., Gasanova Z., Runova G., Vavilova T. Quantitative and qualitative assessment of periodontal bone tissue according to cone-beam computed tomography and saliva indicators. Cathedra — Кафедра. Dental education. 2022;(79):26–29. (In Russ.).]
26. Shah P., Chong B. S. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. Clinical Oral Investigations. 2018;22(2):641–654. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2338-9>
27. Yang F., Sheng K., Yu L., Wang J. Does the use of different scaffolds have an impact on the therapeutic efficacy of regenerative endodontic procedures? A systematic evaluation and meta-analysis. BMC Oral Health. 2024;24(1):319. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04064-5>
28. Bansal A., Parihar A. S., Sethi A., Majety K. K., Panjabi J., Choudhury B. K. Retrospective Assessment of Healing Outcome of Endodontic Treatment for Mandibular Molars with C-shaped Root Canal. The journal of contemporary dental practice. 2017;18(7):591–595. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2090>
29. Sato M., Garcia-Sanchez A., Sanchez S., Chen I. P. Use of 3-dimensional-Printed Guide in Hemisection and Autotransplantation of a Fusion Tooth: A Case Report. Journal of endodontics. 2021;47(3):526–531. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.12.006>
30. Анисов Н. В., Аболмасов Н. Н., Адаева И. А., Прыгунов К. А., Куфтырев Д. А., Бойкова Е. И. и др. Цифровые технологии как инструмент диагностики и профилактики первичной травматической окклюзии. Клиническая стоматология. 2024;27(2):52–58. [Anisov N. V., Abolmasov N. N., Adaeva I. A., Prygunov K. A., Kufirev D. A., Boikova E. I. et al. Appliance of digital technologies in diagnostics and prophylaxis of primary traumatic occlusion. Clinical Dentistry (Russia). 2024;27(2):52–58. (In Russ.).] [https://doi.org/10.37988/1811-153X\\_2024\\_2\\_52](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2024_2_52)
31. Peñate L., Basilio J., Roig M., Mercadé M. Comparative study of interim materials for direct fixed dental prostheses and their fabrication with CAD/CAM technique. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2015;114(2):248–253. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.12.023>
32. Кошелев К. А., Бажанов Д. С., Белоусов Н. Н., Буланов В. И., Герасимов А. М. Области современного применения и возможности искусственного интеллекта для 3D-визуализации в стоматологических исследованиях и практике. Проблемы стоматологии. 2023;19(2):5–10. [Koshelev K. A., Bazhanov D. S., Belousov N. N., Bulanov V. I., Gerasimov A. M. Modern applications and capabilities of artificial intelligence for 3D visualization in dental research and practice. Actual problems in dentistry. 2023;19(2):5–10. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2023-19-2-5-10>
33. Qiu S., Chen Y., Tsao C., Wu W., Huang D., Zhou X. et al. Microcomputed tomography analysis of the radicular residual dentin thickness in mandibular second molars after virtual fiber post placement: Identification of danger zones. The Journal of prosthetic dentistry. 2023;130(1):109.e1–109.e10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.04.010>
34. Kale E., Cilli M., Özçelik T. B., Yilmaz B. Marginal fit of CAD-CAM monolithic zirconia crowns fabricated by using cone beam computed tomography scans. The Journal of prosthetic dentistry. 2020;123(5):731–737. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.05.029>
35. Жулев Е. Н., Вокулова Ю. А., Бухнин А. В. авторы; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, правообладатель. Цифровая методика определения показаний к применению мостовидных протезов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2023611030. Оpubл. 16.01.2023. [Zhulev E. N., Vokulova Yu. A., Bukhnin A. V. authors; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Privolzhsky Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, copyright holder. Digital methodology for determining indications for the use of dental bridges. Certificate of registration of computer program No. 2023611030. Published 16.01.2023. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50133893>
36. Харах Я. Н., Демшикевич Э. Б. Метод рентгенологической оценки анатомо-топографических особенностей полости зуба. Российская стоматология. 2017;10(1):63–64. [Kharakh YA.N., Demishkevich E. B. X-ray assessment method of anatomical and topographical features of the pulp chamber. Russian Journal of Stomatology. 2017;10(1):63–64. (In Russ.).] <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2017/1/downloads/ru/1207264062017011037>
37. Арутюнов С. Д., Харах Я. Н. Клиническая эффективность трехэлементных мостовидных протезов при конвергенции опорных зубов. Клиническая стоматология. 2020;(2):96–103. [Arutyunov S. D., Kharakh Y. N. Clinical efficacy of three-unit fixed partial dentures attached to tilted abutment teeth. Clinical Dentistry (Russia). 2020;(2):96–103. (In Russ.).] [https://doi.org/10.37988/1811-153X\\_2020\\_2\\_96](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2020_2_96)
38. Буенцов И. О. Усовершенствование протезирования пациентов с малыми включенными боковыми дефектами зубных рядов, осложненных деформациями: Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Самара; 2024. 122 с. [Buentsov I. O. Improvement of prosthetics for patients with small included lateral dentition defects complicated by deformities: dissertation for the degree of candidate of medical sciences. Samara; 2024. 122 p. (In Russ.).] <https://samsmu.ru/files/referats/2024/buencov/dissertation.pdf>
39. Кошелев К. А. Индивидуальный подход к комплексному лечению пациентов с частичной потерей зубов: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Тверь; 2024. 243 с. [Koshelev K. A. An individualized approach to comprehensive treatment of patients with partial tooth loss: dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences. Tver; 2024. 243 p. (In Russ.).] <https://tvgnu.ru/upload/iblock/8e9/8d9f7cilwzcdcfq4sqbdlr5wg5n7tozc2.pdf>
40. Дмитриев Д. И., Нестеров А. М., Буенцов И. О. Основные принципы одонтопрепарирования под несъемные ортопедические конструкции (обзор литературы). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2021;(4):139–143. [Dmitriev D. I., Nesterov A. M., Buentsov I. O. Basic principles of odontopreparation for non-removable orthopedic structures (literature review). Bulletin of the Medical Institute “REAVIZ” (REHABILITATION, DOCTOR AND HEALTH). 2021;(4):139–143. (In Russ.).] <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.4.DENT.2>
41. Иващенко А. В. Подготовка твердых тканей зубов с использованием инновационной дентальной навигационной системы. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014;16(5–2):860–864. [Ivashchenko A. V. Preparation of teeth firm tissues with the use of innovative dental navigation system. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2014;16(5–2):860–864. (In Russ.).] [http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2014/2014\\_5\\_860\\_864.pdf](http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2014/2014_5_860_864.pdf)
42. Иващенко А. В., Кондрашин Д. В., Байриков А. И., Лайва О. В. Реализация стандартов качества одонтопрепарирования в эксперименте с применением устройства контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2014;(3–4):62–69. [Ivashchenko A. V., Kondrashin D. V., Bayrikov A. I., Liva O. V. Implementation of quality standards tooth preparation in experiments using monitoring devices and correction angular deviation of dental instruments. Health care standardization problems. 2014;(3–4):62–69. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21311303>
43. Иващенко А. В., Кондрашин Д. В., Лайва О. В., Ротин Н. Е. Сравнительный анализ аппроксимальных поверхностей зубов, получаемых после одонтопрепарирования по методике д-ра Петера Мешке (город Вупперталь, Германия) и использования устройства контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. Вестник новых медицинских технологий. 2014;21(2):94–97. [Ivashchenko A. V., Kondrashin D. V., La'va O. V., Rotin N. E. Odontoceridae by the method of dr. Karl-Peter Meschke (Wuppertal, Germany) and the use of device of control and correction of angular deviations of dental instrument. Journal of New Medical Technologies. 2014;21(2):94–97. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21990727>
44. Токмакова С. И., Рихтер А. А., Чечун Н. В., авторы; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, патентообладатель. Способ одонтопрепарирования при лечении кариеса с применением метода морфометрического контроля толщины надпульпарного дентина. Российская Федерация патент RU 2803169. Оpubл. 07.09.2023. [Tokmakova S. I., Rikhter A. A., Chechun N. V., inventors; Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Altajskij gosudarstvennyj meditsinskij universitet» Ministerstva zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii, assignee. Method of odontopreparation in the treatment of caries using the method of morphometric control of the thickness of the supra-pulpal dentin. Russian Federation patent RU 2803169. Date of publication: 07.09.2023. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54659466>