

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-22-29

УДК 616.314-002-08

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ РЕСТАВРАЦИИ КАРИОЗНЫХ ПОРАЖЕНИЙ КОРНЯ ЗУБА

Разумова С. Н., Браго А. С., Печерский Б. О., Брагунова Р. М., Битокова М. Т., Нестерова В. В.

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

### Аннотация

Рост продолжительности жизни в России сопровождается увеличением частоты кариозных поражений корня зуба, особенно среди пожилых пациентов с заболеваниями пародонта, что обусловлено анатомическими особенностями корневых тканей, содержащих меньше неорганических компонентов и более подверженных деминерализации. Это определяет необходимость применения реставрационных методик, обеспечивающих долговечность и устойчивость к влажной среде. **Цель** исследования — изучить литературные данные по вопросу применения различных методик реставрации кариозных поражений корня зуба.

**Материалы и методы.** Проведен обзор публикаций за период с 2016 по 2026 год, найденных в базах PubMed, eLIBRARY, Google Scholar и National Library of Medicine, с использованием ключевых слов: кариес корня, реставрация, адгезивная система, стеклоиономерный цемент, модифицированный смолой и гибридный СИЦ, модифицированный смолой стеклоиономерный цемент, гибридный стеклоиономерный цемент. Дубликаты публикаций были исключены. Установлено, что выбор адгезивных систем и материалов напрямую влияет на клинический прогноз. Адгезивы на основе низкомолекулярных мономеров (10-MDP) демонстрируют прочное взаимодействие со склерозированным дентином и стабильность при повышенной влажности. Гибридные стеклоиономерные цементы остаются наиболее предпочтительным вариантом благодаря сочетанию химической адгезии, выраженного выделения фтора, высокой биологической совместимости и достаточной механической прочности, что делает их надежным выбором даже для участков с существенной функциональной нагрузкой.

Современная реставрационная стоматология рассматривает два основных подхода к лечению кариеса корня зуба — применение композитных материалов с различными адгезивными протоколами и использование стеклоиономерных цемента традиционных и модифицированных полимерами. **Результаты.** Анализ литературы показывает, что адгезивные системы 8-го поколения и современные композиты обеспечивают более высокую прочность сцепления и лучшую краевую герметичность, тогда как СИЦ и RMGI сохраняют клиническую значимость в условиях недостаточной изоляции благодаря химической адгезии. Необходимы дальнейшие изучения данного вопроса для оптимизации выбора материала.

**Ключевые слова:** кариес корня, реставрация, адгезивная система, стеклоиономерный цемент, СИЦ, модифицированный смолой стеклоиономерный цемент, гибридный стеклоиономерный цемент

### Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Светлана Николаевна РАЗУМОВА ORCID ID 0000-0002-9533-9204

д.м.н., профессор кафедры Пропедевтики стоматологических заболеваний «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
razumova\_sn@pfur.ru

Ангела Станиславовна БРАГО ORCID ID 0000-0003-3541-6068

к.м.н., доцент кафедры Пропедевтики стоматологических заболеваний «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
brago\_as@pfur.ru

Богдан Олегович ПЕЧЕРСКИЙ ORCID ID 0009-0006-8718-0084

Аспирант кафедры Пропедевтики стоматологических заболеваний «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
pecherskiy\_bo@pfur.ru

Рузанна Муратовна БРАГУНОВА ORCID ID 0000-0003-4164-9044

к.м.н., ассистент кафедры Пропедевтики стоматологических заболеваний «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
bragunova-rt@rudn.ru

Милана Тимуровна БИТОКОВА ORCID ID 0009-0001-3624-2920

Студент «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
1032200468@pfur.ru

Виктория Владимировна НЕСТЕРОВА ORCID ID 0009-0004-8911-9063

Студент «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; г. Москва, Россия  
1032210341@pfur.ru

Адрес для переписки: Богдан Олегович ПЕЧЕРСКИЙ

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6  
+7 (985) 808-98-80  
pecherskiy\_bo@pfur.ru

### Образец цитирования:

Разумова С. Н., Браго А. С., Печерский Б. О., Брагунова Р. М., Битокова М. Т., Нестерова В. В.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ РЕСТАВРАЦИИ КАРИОЗНЫХ ПОРАЖЕНИЙ КОРНЯ ЗУБА. Проблемы стоматологии. 2026; 1: 22-29.

© Разумова С. Н. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-22-29

Поступила 29.11.2025. Принята к печати 12.02.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-22-29

**MODERN METHODS OF RESTORATION OF CARIOUS LESIONS OF THE TOOTH ROOT****Razumova S.N., Brago A.S., Pecherskiy B.O., Bragunova R.M., Bitokova M.T., Nesterova V.V.***Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia***Abstract**

The increase in life expectancy in Russia is accompanied by a growing prevalence of root caries, particularly among elderly patients with periodontal diseases. This trend is associated with the anatomical characteristics of root tissues, which contain a lower proportion of inorganic components and are therefore more susceptible to demineralization. This determines the need for restorative techniques that ensure long-term durability and resistance to a moist oral environment. The aim of the study was to analyze the available literature regarding the application of various restorative approaches for the management of root caries lesions.

**Materials and methods.** A review of publications from 2016 to 2026 was conducted using the PubMed, eLIBRARY, Google Scholar, and National Library of Medicine databases. The search was performed using the following keywords: root caries, restoration, adhesive system, glass ionomer cement, resin-modified and hybrid glass ionomer cement, resin-modified glass ionomer cement, hybrid glass ionomer cement. Duplicate publications were excluded. The analysis demonstrated that the selection of adhesive systems and restorative materials directly affects the clinical prognosis. Adhesives based on low-molecular-weight monomers, such as 10-MDP, show strong interaction with sclerotic dentin and maintain stability under conditions of increased moisture. Hybrid glass ionomer cements remain the most preferable option due to the combination of chemical adhesion, pronounced fluoride release, high biocompatibility, and sufficient mechanical strength, making them a reliable choice even in areas subjected to significant functional loading.

Modern restorative dentistry considers two main approaches to the treatment of root caries: the use of composite materials with different adhesive protocols and the application of conventional and polymer-modified glass ionomer cements.

**Results.** The literature analysis indicates that 8th-generation adhesive systems and contemporary composite materials provide higher bond strength and improved marginal sealing, whereas glass ionomer cements and resin-modified glass ionomers retain clinical relevance under conditions of inadequate isolation due to their chemical adhesion. Further studies are required to optimize material selection.

**Keywords:** *root caries, restoration, adhesive system, glass ionomer cement, GIC, resin-modified glass ionomer cement, hybrid glass ionomer cement*

---

The authors declare no conflict of interest

**Svetlana N. RAZUMOVA** ORCID ID 0000-0002-9533-9204

PhD, MD, DSc, Professor, Department of Propaedeutics of Dental Diseases, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

razumova\_sn@pfur.ru

**Anzhela S. BRAGO** ORCID ID 0000-0003-3541-6068

PhD, Associate Professor, Department of Propaedeutics of Dental Diseases, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

brago\_as@pfur.ru

**Bohdan O. PECHERSKIY** ORCID ID 0009-0006-8718-0084

Postgraduate Student, Department of Propaedeutics of Dental Diseases, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

pecherskiy\_bo@pfur.ru

**Ruzanna M. BRAGUNOVA** ORCID ID 0000-0003-4164-9044

PhD, Assistant, Department of Propaedeutics of Dental Diseases, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

bragunova-rm@rudn.ru

**Milana T. BITOKOVA** ORCID ID 0009-0001-3624-2920

Student, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

1032200468@pfur.ru

**Viktoriya V. NESTEROVA** ORCID ID 0009-0004-8911-9063

Student, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

1032210341@pfur.ru

**Corresponding Author: Bohdan O. PECHERSKIY**

6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia

+7 (985) 808-98-80

pecherskiy\_bo@pfur.ru

---

**For citation:**

Razumova S.N., Brago A.S., Pecherskiy B.O., Bragunova R.M., Bitokova M.T., Nesterova V.V.

MODERN METHODS OF RESTORATION OF CARIOUS LESIONS OF THE TOOTH ROOT. *Actual problems in dentistry*. 2026; 1: 22-29. (In Russ.)

© Razumova S.N. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-1-22-29

Received 29.11.2025. Accepted 12.02.2026

### Актуальность

В мире отмечается тенденция к «старению населения», что обусловлено ростом продолжительности жизни [1]. Рост доли пожилого населения приводит к учащению случаев кариеса корня зуба, осложненного патологиями пародонта. Именно в старшей возрастной группе кариес корня имеет весомую долю в структуре заболеваний ротовой полости наряду с заболеваниями пародонта [2]. Так, согласно данным, приведенным Hayes et al. (2017), которые основываются на обзоре 11 исследований приводятся значения годовой заболеваемости кариесом цемента корня в 23,7% [3].

Кариес цемента корня зуба — патологический процесс, возникающий после прорезывания зуба на фоне потери зубодесневого прикрепления, когда формирование бляшки и снижение pH под действием анаэробных микроорганизмов с постепенным разрушением тканей приводят к деминерализации. Этот процесс сопровождается постепенным разрушением тканей корня с вовлечением дентина и эмали с образованием полости. Быстрое развитие кариеса обусловлено особенностями структуры цемента и дентина [4].

В процессе деминерализации корня зуба под воздействием кислот микроорганизмов (МО) происходит деградация органической матрицы ткани из-за действия протеаз, что ускоряет разрушение. В отличие от эмали, где таких ферментов нет, в тканях корня это приводит к разрушению коллагена. Снижение pH активирует матриксные металлопротеиназы (ММП) и цистеиновые катепсины, разрушая органическую матрицу. Из-за этого образуются микрополости, способствующие накоплению зубной бляшки, а десневой контур защищает ее от удаления, нарушая реминерализацию. Склерозирование канальцев ухудшает адгезию, а гистологические особенности корня, такие как гипоминерализованный слой Томса, перитубулярный дентин и хаотичный ход канальцев, способствуют распространению инфекции и снижению прочности зуба [5–9].

Наследственные генетические нарушения формирования дентина, такие как несовершенный дентиногенез и дисплазия дентина, представляют собой группу аутосомно-доминантных заболеваний, обусловленных мутациями в ключевых генах, включая DSPP и COL1A1/COL1A2, которые приводят к дефектам минерализации и структурным аномалиям дентина. Эти генетические аномалии сопровождаются измененной микроструктурой дентина с повышенной восприимчивостью к стиранию, износу и вторичным поражениям, что создает благоприятную основу не только для формирования кариозных дефектов, но и для осложнений реставрационной герметизации в так называемых сложных клинических ситуациях [10]. При ревматоидном артрите вследствие хронического воспаления и сопутствующей сухости полости рта наблюдается повышенная частота зубного кариеса и ухудшение состояния твердых тканей зуба, что может сопровождаться увеличением минерализации и склеротических изменений дентина в ответ на длительное повреждение и стресс тканей (что может

быть косвенно связано со склерозированием дентина) у пациентов с системными ревматическими заболеваниями, особенно при сопутствующих нарушениях слюноотделения и нарушениях иммунного ответа в ротовой полости [11].

Группа пациентов, проходящих лучевую терапию, часто подвержена риску развития лучевого (радиационного) кариеса, который является серьезным осложнением лучевой терапии головы и шеи и развивается у значительной доли пациентов в период от 6 до 12 месяцев после проведения лечения. Лучевой кариес характеризуется быстрым прогрессированием дефектов в пришеечной области с ранним разрушением эмали и обнажением дентина [12]. Исследования показывают, что ионизирующее излучение вызывает прямые изменения микроструктуры и химического состава твердых тканей зуба — снижение микротвердости, уменьшение кристалличности, нарушение морфологии интерпризматического вещества — что создает предпосылки для атипичного, агрессивного течения кариозного процесса под действием радиационной нагрузки. Такие изменения усиливают уязвимость дентина к деминерализации и нарушению краевой герметизации реставраций, что делает изучение механизмов и подходов к восстановлению этих поражений особенно актуальным в стоматологической практике онкологических пациентов после лучевого воздействия [12].

Перечисленные факторы обуславливают особый подход к восстановлению дефектов корня зуба с учетом особенностей процессов разрушения этих в тканях.

Лечение кариеса корня остается сложной задачей из-за особенностей структуры цемента и дентина, кристаллы гидроксиапатита в эмали длиннее, шире и хорошо ориентированы по сравнению с теми, которые находятся в дентине и цементе [13, 14]. Дентин и цемент имеют более высокую растворимость по сравнению с эмалью из-за более высокого содержания магния и карбоната [15]. Значение pH, необходимое для инициирования процесса убыли минералов, колеблется от 6 до 6,8 в корневом дентине, по сравнению с 5,4 в эмали [16]. Вследствие этого ткани корня разрушаются быстрее, чем эмаль и соответственно кариозный процесс протекает быстро и более агрессивно [17]. Кариозные полости в корне глубже и объемнее, а их изоляция затруднена, что делает выбор восстановительных материалов ключевой задачей стоматологии [18].

Повышение качества и доступности медицинской помощи приводит к увеличению срока сохранности зубов, что обуславливает необходимость углубленного изучения особенностей развития кариеса твердых тканей корня и совершенствования подходов к его лечению [19].

Другой аспект в патогенезе кариеса корня — это патогенные микроорганизмы, которые распространяются не вглубь корня, а по поверхности цемента и дентина. Причиной этому служит расположение коллагеновых волокон и склерозирование дентинных канальцев, которые часто служат путями проникновения инфекции в глубокие слои. В связи с этим разработаны новые поко-

ления композитов и адгезивных систем, содержащие антибактериальные агенты такие как: наночастицы серебра (AgNP), 12-метакрилоилоксиодецилбромид пиридиния (MDPB), 2-метакрилоилоксиэтилфосфорилхолин (MPC), диметиламиногексадецилметакрилат (DMAHDM) и пре-реактивный стеклоиономер (PRG) наночастицы аморфного фосфата кальция (NACP) или хлоргексидина [20].

#### Цель исследования

Изучить литературные данные по вопросу применения различных методик реставрации кариозных поражений корня зуба.

#### Материалы и методы

Проведен анализ данных, взятых из публикаций архива за последние 10 лет на платформах PubMed, Elibrary, GoogleScholar, National Library of Medicine. Обзор литературы из рецензируемых журналов на английском языке выполнен с использованием электронных методов и ручного поиска по ключевым словам: кариес корня, реставрация, адгезивная система, стеклоиономерный цемент, СИЦ, модифицированный смолой стеклоиономерный цемент, гибридный стеклоиономерный цемент.

В исследование включены публикации с сентября 2016 года по январь 2026 года (последний поиск: 18 января 2026 года). Дублирующиеся статьи исключены из обзора.

#### Результаты

Результаты исследования литературы показали, что основными материалами выбора для восстановления поражений кариеса корня остаются композиты и стеклоиономерные цементы и их модификации.

В результате исследования были отобраны и изучены 27 (100%) статей, соответствующих критериям включения. Из них 17 (62,9%) статей посвящены вопросам применения композитных материалов при восстановлении кариеса зуба, а в 10 (37,1%) статьях изучается применение цементов для реставраций.

#### Восстановление композитными материалами с применением адгезивного протокола.

В современной адгезивной стоматологии наиболее применяемыми являются адгезивные системы 5-го, 7-го и 8-го поколения.

Согласно данным, которые Simran Gupta et al. (2025) получили в своем исследовании, максимальная прочность на сдвиг зарегистрирована для группы, в которой применялся адгезив 8-го поколения, при этом средняя прочность на сдвиг групп 5-го, 7-го и 8-го поколения адгезивных систем составляет 13,23, 9,66 и 19,21 МПа соответственно [21].

Из  $n = 17$  (100%) отобранных и изученных исследований в  $n = 9$  (52,9%) авторы приходят к выводу о преимуществе использования адгезивной системы 8 поколения при лечении кариеса корня. В  $n = 8$  (47,1%) исследованиях не отмечается статистически значимой разницы между 7 и 8 поколениями адгезивной системы.

Адгезивные системы с тотальным протравливанием со временем могут быть более восприимчивы к эффекту «водных деревьев», это связано с тем, что полимеризо-

ванный гибридный слой, как правило, является гидрофильным по своей природе. Однако, наибольший уровень подтеканий отмечен в группе адгезивной системы 7-го поколения, что связано с составом самой системы. Самопротравливающие системы имеют в своем составе мягкие кислоты (зачастую органического происхождения) и не деминерализуют эмаль и дентин в той же степени, что и системы 8-го поколения ( $\text{pH} = 1,4$ ) [22–25].

В исследовании Singh et al. (2019) сравнивали показатели микроподтекания адгезивных систем 5-го (тотальное травление), 7-го (самопротравливающая) и 8-го поколения. Полости 5 класса в пришеечной области восстанавливали, подвергали термоциклированию и погружали в 2% метиленовый синий на 24 часа, затем разрезали алмазным диском для анализа герметичности. Анализ показал, что наименьшие микроподтекания наблюдались у адгезива 8-го поколения ( $1,20 \pm 0,45$ ), тогда как у 6-го ( $2,40 \pm 0,55$ ) и 7-го ( $3,60 \pm 0,55$ ) поколений значения были выше. Это объясняется полифункциональными мономерами 8-го поколения, формирующими низкий pH (до 1,4), что усиливает деминерализацию гидроксиапатита и способствует глубокой инфильтрации, улучшая адгезию и герметизацию. У 6-го поколения большая деминерализация снижает эффективность сцепления из-за неполного проникновения адгезива [26].

Исследования Bhagavata et al. (2018) показали, что адгезивные системы 8-го поколения увеличивают толщину гибридного слоя на 25–30% благодаря более мягкому кислотному травлению. В отличие от 5-го поколения, где агрессивные кислоты глубоко повреждают коллаген, системы 8-го поколения создают плотную полимерную сетку, обеспечивая прочное сцепление с тканями зуба.

При использовании таких систем адгезия может достигать 25,11 МПа благодаря мономеру 10-MDP, который связывается с гидроксиапатитом. Это укрепляет соединение, снижая растворимость кальциевой соли мономера. Поперечно-сшивающие мономеры повышают механическую прочность, что делает систему 8-го поколения более эффективной, чем 7-е [27].

Однако, несмотря на высокую эстетичность композитных реставраций, их адгезия к дентину ограничена гидрофильностью адгезивов, наличием эфирных связей и активацией матричных металлопротеиназ и цистеиновых катепсинов, что требует использования ингибиторов коллагеназы для повышения стабильности соединения [28–30].

Исследование Kamath et al. (2019) также подтверждает преимущество 8-го поколения адгезивных систем. Они изучили три поколения на образцах, обработанных по II классу, и оценили результаты по 5-балльной шкале после экспозиции в 2%-м растворе метиленового синего. Лучшие результаты показала адгезивная система 8-го поколения на фоне снижения pH и наличия мономера 10-MDP, который улучшает сцепление с зубом и снижает проницаемость композита [31].

Однако, согласно данным Eradina et al. (2024), где изучались различия в прочности сцепления на сдвиг адгезивных систем 7-го и 8-го поколения при использовании текучего композитного материала. Исследователи получили результаты, которые не продемонстрировали статистически значимых различий. В контрольной группе среднее значение прочности на сдвиг составило 4,77 МПа, тогда как в исследуемой группе данный показатель несколько выше и достигал 5,13 МПа [28].

Адгезивные системы 8-го поколения обеспечивают оптимальную фиксацию при лечении кариеса корня благодаря наночастицам, которые равномерно распределяются и проникают в микроструктуру тканей. Воздушная струя формирует тонкую пленку, а удаление растворителя способствует стабильности гибридного слоя. Поперечно-сшивающиеся мономеры усиливают прочность на разрыв, повышая долговечность реставрации [32, 33].

Кроме того, материалом выбора при лечении кариеса цемента остаются и композиты с добавлением активных элементов. Так Xiao et al. (2019) и др. изучали многофункциональный нанокompозит, содержащий 0,12% AgNP. Установили, что при его использовании происходит снижение метаболической активности микроорганизмов, уменьшение количества полисахаридов и роста биопленки трех пародонтальных патогенов (*P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* и *F. nucleatum*). При этом снижение физико-механических свойств материала не отмечалось [34–36].

Добавление в состав пре-реактивного стеклоиономера (PRG) наночастицы аморфного фосфата кальция (NACP) может привести к уменьшению поверхностной деминерализации цемента и дентина корня и укрепить структуру за счет процесса реминерализации [37].

Обзор литературных данных, посвященных выбору материалов и методик реставрации кариозных поражений корня зуба, демонстрирует, что специфика данного патологического процесса требует углубленного и взвешенного подхода для достижения предсказуемых, долговременных функциональных и эстетических результатов. Анатомические особенности корневой части зуба, включая ограниченную толщину твердых тканей и постоянное воздействие влажной среды, обуславливают необходимость применения реставрационных материалов с высокой и стабильной адгезией. Современные адгезивные системы, содержащие функциональные мономеры, такие как 10-MDP, способны формировать прочные химические связи с ионами кальция дентина, что обеспечивает устойчивость адгезивного интерфейса и способствует повышению клинической надежности реставраций в долгосрочной перспективе.

#### **Восстановление при помощи стеклоиономерного цемента и гибридных СИЦ**

Среди цемента, применяемых в лечении кариеса корня, на первых местах гибридный СИЦ, СИЦ модифицированный добавками, стеклоиономерный цемент, модифицированный смолой (RMGI), традиционный СИЦ.

Из  $n = 10$  (100%) отобранных исследований в  $n = 5$  (50%) изучался традиционный СИЦ и обнаружено, что он проигрывает модифицированным цементам по прочности и растворимости. В  $n = 2$  (20%) исследованиях установлено преимущество RMGI в вопросе развития вторичного кариеса по причине выделения фтора. В  $n = 3$  (30%) работах доказано, что гибридные цементы являются более растворимыми в сравнении с композитами, однако отмечается их преимущество перед традиционными СИЦ.

Поражение корня зуба кариозным процессом часто сопровождается снижением его способности выдерживать механические нагрузки. Восстановление стеклоиономерным цементом может привести к отрыву реставрации, так как сила адгезии СИЦ к зубу составляет лишь 25% от адгезии композитов (около 10 МПа). Однако, СИЦ остаются материалом выбора, когда невозможно обеспечить достаточную изоляцию. Одним из их ключевых преимуществ является способность формировать химические связи с эмалью и дентином, сохраняя прочную адгезию даже в условиях повышенной влажности. В то же время, стеклоиономеры подвержены растворимости и образованию трещин, особенно при гипосаливации, что сокращает срок их службы. Для повышения устойчивости СИЦ рекомендуется использование «сендвич-техники», где композитное покрытие служит защитным барьером. Стоит учитывать, что стадия созревания стеклоиономера длится до нескольких месяцев, что снижает его механические характеристики и износостойкость. Также СИЦ не поддается полировке так эффективно, как композитные материалы, что ограничивает его применение в клинике. Важно учитывать как преимущества, так и ограничения стеклоиономеров при их выборе в стоматологической практике [38].

RMGI — это материал, основанный на традиционном СИЦ, но с добавлением полимеризуемых компонентов, которые усиливают его физические и механические свойства. Такое сочетание формирует более стабильную и долговечную матрицу. RMGI превосходит СИЦ по прочности, что позволяет использовать его в зонах с повышенной нагрузкой. Материал демонстрирует отличную адгезию к эмали и дентину, минимизируя риск рецидивного кариеса и обеспечивая герметичное соединение. Благодаря лучшей прозрачности и способности подбирать оттенки, RMGI идеально подходит для реставраций, где важны эстетические свойства материала. Простота использования и управляемый процесс затвердевания упрощают работу врача-стоматолога. Основные проблемы традиционного СИЦ, такие как низкая механическая прочность и высокая растворимость, решены при создании RMGI [39].

Zhao et al. (2017) сравнили свойства модифицированных добавками СИЦ с традиционным СИЦ. Исследование включало 32 премоляра, подготовленных по V классу и разделенных на четыре группы в зависимости от типа реставрации. Первая группа использовала традиционный СИЦ, вторая — СИЦ с серебряным дифлуоридом (SDF), третья — модифицированный

казеинфосфопептидами-аминокислотами СИЦ (CPP-ACP), а четвертая — сочетание SDF и CPP-ACP. Все образцы подвергались термоциклированию и испытаниям на устойчивость к кариесогенным бактериям. Результаты микро-КТ показали, что глубина поражений варьировала от 123 мкм в первой группе до 68 мкм в четвертой, при этом модификации с CPP-ACP и обработка SDF значительно снижали глубину поражений ( $p < 0,001$ ). SEM/EDX показала увеличение кальция и фосфора в группах 3 и 4, а FTIR выявила изменения в соотношении амида I и водородного фосфата на поверхности. Таким образом, обработка SDF и модификация с CPP-ACP способствуют предотвращению вторичного кариеса [40].

Исследование Bharali et al. (2017) проводилось с целью сравнения устойчивости различных цемента к растворимости и сорбции. В исследовании рассмотрены гибридный цемент, цинк-фосфатный цемент, стеклоиономерный цемент (СИЦ) и модифицированный смолой стеклоиономерный цемент (RMGI). Результаты показали, что гибридный цемент демонстрирует наибольшую устойчивость к растворимости и сорбции, следом идут RMGI, традиционный СИЦ и, наконец, цинк-фосфатный цемент, который оказался наиболее уязвимым к растворению при воздействии искусственной слюны как кислой (pH 5), так и нейтральной (pH 7). Авторы предполагают, что традиционные цементы разрушаются в течение двух лет, тогда как полимерные цементы, такие как Super-Bond и All-Bond, имеют скорость разложения от 3 до 9 лет. Например, Panavia 21 разлагается на 5% за 35 лет. При этом полимерные цементы в целом демонстрируют меньшую растворимость по сравнению с RMGI и традиционными СИЦ. Однако, эти показатели зависят от конкретного бренда. В условиях кислой среды наибольшую растворимость показал Maxem Elite (1.11), а наименьшую — Rely X Unicem (0.13). Однако, результаты исследования имеют ограничения: данные получены в лабораторных условиях и не учитывают длительное воздействие материалов в реальной ротовой среде. Необходимы дальнейшие исследования с использованием обновленных материалов, более продолжительными сроками наблюдения и условиями, приближенными к реальной практике, чтобы более точно оценить долговечность этих цемента в клинической практике [41].

Koç-Vural et al. (2025) показали сопоставимую клиническую эффективность RMGI и композитных материалов при восстановлении пришеечных кариозных поражений в длительной перспективе. В 72-месячном рандомизированном split-mouth исследовании различий по ретенции и краевой адаптации между реставрациями из композита Spectrum TPH3 (с адгезивной системой 5 поколения с тотальным протравливанием) и RMGI (Riva Light Cure) не выявлено; сохранность реставраций

превышала 70% в обеих группах. Размеры полостей и активность кариеса не влияли на прогноз. Отмечено прогрессирующее краевое окрашивание, более выраженное у RMGI, при низкой и сопоставимой частоте вторичного кариеса и отсутствии послеоперационной чувствительности. В целом оба материала продемонстрировали клиническую состоятельность, при большей склонности RMGI к дисколорации [42].

В исследовании Gavranović-Glamoč et al. (2020) сравнивалась растворимость стеклоиономерного цемента, модифицированного смолой (RMGI, GC Fuji Plus), и двух композитных цемента двойного отверждения (Multilink Automix и Variolink II). Образцы готовились по стандарту ISO 4049:2009, формировались в виде дисков и подвергались тестированию в средах с разными уровнями pH (7.4 — искусственная слюна, 3.0 — кислая среда, дистиллированная вода). Анализ растворимости показал, что GC Fuji Plus растворялся значительно сильнее, чем композитные цементы, особенно в кислой среде (pH 3.0), где его устойчивость становилась минимальной, а Multilink Automix показал худшую растворимость среди композитов по сравнению с Variolink II. Авторы пришли к выводу, что стеклоиономерный цемент GC Fuji Plus, модифицированный смолой, продемонстрировал наивысшие значения растворимости среди всех трех исследуемых материалов. Цементы Multilink Automix и Variolink II соответствовали требованиям ISO по растворимости. Установлено, что значения растворимости зависят от гидрофильности матрицы, типа и состава наполнителя, а также степени полимеризации. Растворимость стеклоиономерного цемента, модифицированного смолой, также подвергалась влиянию pH искусственной слюны [43].

Несмотря на то, что гибридные цементы имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными цементами, такие как универсальность, прочность и высокие эстетические свойства, их применение требует точного соблюдения рекомендаций производителя. Необходимы дополнительные исследования для подтверждения их клинической эффективности в долгосрочной перспективе [44, 45].

#### Выводы

Современная реставрационная стоматология рассматривает два основных подхода к лечению кариеса корня зуба — применение композитных материалов с различными адгезивными протоколами и использование стеклоиономерных цемента традиционных и модифицированных полимерами. Анализ литературы показывает, что адгезивные системы 8-го поколения и современные композиты обеспечивают более высокую прочность сцепления и лучшую краевую герметичность, тогда как СИЦ и RMGI сохраняют клиническую значимость в условиях недостаточной изоляции благодаря химической адгезии. Необходимо дальнейшее изучение данного вопроса для оптимизации выбора материала.

## Литература/References

1. Резник Е. С. Продолжительность жизни в России: тенденции и факторы, определяющие ее. В: Морозов С. Д., Жиромская В. Б., редакторы. Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции; Пенза; 10–11 июля 2023 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет; 2023. С. 197–199. [Rezник E. S. Life expectancy in Russia: trends and factors determining it. In: Morozov S. D., Zhironovskaya V. B., editors. Russia and the world community: problems of demography, ecology and public health: Collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference; Penza; July 10–11, 2023. Penza: Penza State Agrarian University; 2023. Pp. 197–199. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=54357285>
2. Tonprasong W., Inokoshi M., Shimizubata M., Yamamoto M., Hatano K., Minakuchi S. Impact of direct restorative dental materials on surface root caries treatment. Evidence based and current materials development: A systematic review. The Japanese dental science review. 2022;58:13–30. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.11.004>
3. Hayes M., Burke F., Allen P. F. Incidence, Prevalence and Global Distribution of Root Caries. Monographs in oral science. 2017;26:1–8. <https://doi.org/10.1159/000479301>
4. Романенко И. Г., Чепурова Н. И., Зуева А. С. Выбор адгезивных систем при лечении кариеса корня зуба (обзор литературы). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2021;(2):50–61. [Romanenko I. G., Chepurova N. I., Zueva A. S. Selection of adhesive systems in treatment of tooth root caries (literature review). Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (REHABILITATION, DOCTOR AND HEALTH). 2021;(2):50–61. (In Russ.).] <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.2.UDK.616.314-002.4-089.27>
5. Dohan Z., Friedlander L. T., Cooper P. R., Li K. C., Ratnayake J. T., Mei M. L. In Vitro Models Used in the Formation of Root Caries Lesions—A Review of the Literature. Dentistry journal. 2023;11(12):269. <https://doi.org/10.3390/dj11120269>
6. Fu Y., Ekambaram M., Li K. C., Zhang Y., Cooper P. R., Mei M. L. In Vitro Models Used in Cariology Mineralisation Research—A Review of the Literature. Dentistry journal. 2024;12(10):323. <https://doi.org/10.3390/dj12100323>
7. AlQranei M. S., Balhaddad A. A., Melo M. A. S. The burden of root caries: Updated perspectives and advances on management strategies. Gerodontology. 2021;38(2):136–153. <https://doi.org/10.1111/ger.12511>
8. Разумова С. Н., Браго А. С., Руда О. Р., Таландис А. Г., Хасханова Л. М., Мендоса Е. Ю., Русанов Ф. С. Адгезионная прочность композитных реставраций пришеечной области. Российский стоматологический журнал. 2025;29(1):13–20. [Razumova S. N., Brago A. S., Ruda O. R., Talandis A. G., Khaskhanova L. M., Mendosa E. Y., Rusanov F. S. Adhesive strength of cervical composite restorations. Russian Journal of Dentistry. 2025;29(1):13–20. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17816/dent639931>
9. Chen H., Feng S., Jin Y., Hou Y., Zhu S. Comparison of bond strength of universal adhesives using different etching modes: A systematic review and meta-analysis. Dental materials journal. 2022;41(1):1–10. <https://doi.org/10.4012/dmj.2021-111>
10. Alhilou A., Beddis H. P., Mighell A. J., Durey K. Dentin dysplasia: diagnostic challenges. BMJ case reports. 2018;2018:bcr2017223942. <https://doi.org/10.1136/bcr-2017-223942>
11. Kreher D., Ernst B. L. V., Ziebolz D., Haak R., Ebert T., Schmalz G. Dental Caries in Adult Patients with Rheumatoid Arthritis—A Systematic Review. Journal of clinical medicine. 2023;12(12):4128. <https://doi.org/10.3390/jcm12124128>
12. Moore C., McLister C., Cardwell C., O'Neill C., Donnelly M., McKenna G. Dental caries following radiotherapy for head and neck cancer: A systematic review. Oral oncology. 2020;100:104484. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2019.104484>
13. Abou Neel E. A., Aljabo A., Strange A., Ibrahim S., Coathup M., Young A. M. et al. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. International journal of nanomedicine. 2016;11:4743–4763. <https://doi.org/10.2147/IJN.S107624>
14. Sáez F. J., Badiola I. Dentine. In: Sáez F. J., Badiola I. Essential Oral Histology. Cham: Springer; 2025. Pp. 343–366. (Learning Materials in Biosciences). [https://doi.org/10.1007/978-3-032-03165-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-032-03165-5_18)
15. Teodosio L. M., de Queiroz A. M., de Oliveira H. F., Silva-Sousa A. C., Sousa-Neto M. D., Lopes-Olhê F. C. et al. Physical and biochemical shifts of irradiated dentin during caries progression. Journal of dentistry. 2025;162:106023. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106023>
16. Cai X., Chen Y., Wu J., Wang A., Wang X. ACS Applied Materials & Interfaces 2025;17(2):3106–3115. <https://doi.org/10.1021/acsami.4c20204>
17. Damé-Teixeira N., Parolo C. C. F., Maltz M. Specificities of caries on root surface. Monographs in oral science. 2017;26:15–25. <https://doi.org/10.1159/000479303>
18. Разумова С. Н., Браго А. С., Брагунова Р. М., Печерский Б. О. Особенности применения адгезивных систем при реставрации зубов с разрушением эмалевого цервикального кольца: обзор. Российский стоматологический журнал. 2026;30(1). [Razumova S. N., Brago A. S., Bragunova R. M., Pecherskiy B. O. Specific Features of Using Adhesive Systems in the Restoration of Teeth with Destruction of the Enamel Cervical Ring. Russian Journal of Dentistry. 2026;30(1). (In Russ.).] <https://doi.org/10.17816/dent701455>
19. Hariyani N., Setyowati D., Spencer A. J., Luzzi L., Do L. G. Root caries incidence and increment in the population — A systematic review, meta-analysis and meta-regression of longitudinal studies. Journal of dentistry. 2018;77:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.06.013>
20. Мелкумян А. Р., Брагунова Р. М., Разумова С. Н., Браго А. С., Сафронова О. В. Сравнительная оценка антимикробных свойств образцов композитных материалов с добавлением и без добавления антисептического средства. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2018;20(S1):30–31. [Melkumyan A. R., Bragunova R. M., Razumova S. N., Brago A. S., Safronova O. V. Comparative assessment of antimicrobial properties of composite materials samples with and without the addition of antiseptic agent. Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy. 2018;20(S1):30–31. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35619152>
21. Gupta S., Gupta S., Mehra M., Gupta T., Grover R. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Fifth, Seventh, and Eighth-generation Bonding Agents in Permanent Teeth: An In Vitro Study. International journal of clinical pediatric dentistry. 2025;18(3):281–286. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-3096>
22. Alomran W. K., Nizami M. Z. I., Xu H. H. K., Sun J. Evolution of Dental Resin Adhesives — A Comprehensive Review. Journal of Functional Biomaterials. 2025;16(3):104. <https://doi.org/10.3390/jfb16030104>
23. Jalannavar P., Kalgapure S. K., Parmar V., Singh S., Arya A., Dudekula K. et al. An In Vitro Comparison of Seventh-and Eighth-generation Dentin Bonding Agents Microtensile Durability Employing Giomer. World journal of dentistry. 2024;16(Suppl 4): S3351-S3353. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-2368>
24. Yao Y., Wu D., Cifuentes-Jimenez C. C., Sano H., Alvarez-Lloret P., Yamauti M. et al. Comprehensive Evaluation of Long-Term Dentin Bond Strength, Water Sorption, Solubility, and Degree of Conversion of Self-Adhesive Resin Composites. The Journal of Adhesive Dentistry. 2024;26:213–222. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b5749506>
25. Aref N. S., Alrasheed M. K. Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate and universal adhesive resin as a complementary approach for management of white spot lesions: an in-vitro study. 2022;23(1):10. <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00404-9>
26. Singh S., Bhaduria U. S., Sharma A., Verma Mathur R. Comparative evaluation of microleakage with total-etch, universal (self-etch mode), and nano adhesive systems in class V composite restorations: An in-vitro study. Cureus. 2023;15(10): e46766. <https://doi.org/10.7759/cureus.46766>
27. Bharti S., Parminder D., Ritu M., Harpreet K., Swati R., Apra B. Bonding Efficacy of 5th, 6th, 7th & 8th Generation Bonding Agents on Primary Teeth. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS). 2018;17(3):61–66. <https://doi.org/10.9790/0853-1703136166>
28. Eradina N. S., Rachmadi P., Permatasari N. N. G. W. Comparison of shear bond strength between 7th and 8th generation bonding agents in flowable composite resin. World Journal of Advanced Research and Reviews. 2024;23(01):2791–2794. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2289>
29. Wen Y., Zhao X., Li S. K. Y., Lo E. C. M., Jiang C. M. Factors associated with the success of restorative treatment for root caries: A systematic review with meta-analysis. Journal of Dentistry. 2025;153:105539. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105539>
30. Betancourt D. E., Baldion P. A., Castellanos J. E. Resin-dentin bonding interface: mechanisms of degradation and strategies for stabilization of the hybrid layer. International journal of biomaterials. 2019;2019:5268342. <https://doi.org/10.1111/j.1754-4505.2012.00302.x>
31. Kamath U., Arun C. R. Comparative evaluation of Microleakage of class II composite restoration by using 6th 7th and 8th generation dentin bonding agents: An in vitro study. International Journal of Applied Dental Sciences. 2019;5(1):147–150. <https://www.oraljournal.com/archives/2019.v5.i1.C.549/comparative-evaluation-of-microleakage-of-class-ii-composite-restoration-by-using-6th-7th-and-8th-generation-dentin-bonding-agents-an-in-vitro-study>
32. Wendlinger M., Nuñez A., Moreira P., Carneiro T. S., Cochinski G. D., Siqueira F. et al. Effect of the absence of HEMA on the bonding properties of universal adhesive systems containing 10-mdp: An in vitro study. Operative Dentistry. 2023;48(5):500–512. <https://doi.org/10.2341/22-050-L>
33. Dey S., Shenoy A., Kundapur S. S., Das M., Gunwal M., Bhattacharya R. Evaluation of the effect of different contaminants on the shear bond strength of a two-step self-etch adhesive system, one-step, self-etch adhesive system and a total-etch adhesive system. Journal of International Oral Health. 2016;8(3):1–7. <https://doi.org/10.2047/jioh-08-03-15>
34. Xiao S., Wang H., Liang K., Tay F., Weir M. D., Melo M. A. S. et al. Novel multifunctional nanocomposite for root caries restorations to inhibit periodontitis-related pathogens. Journal of dentistry. 2019;81:17–26. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.12.001>
35. Saridena U. S. N. G., Sanka G. S. S. J., Alla R. K., Ramaraju A. V., Sajjan MC S., Mantena S. R. An overview of advances in glass ionomer cements. International Journal of Dental Materials. 2022;4(4):89–94. <https://doi.org/10.37983/IJDM.2022.4403>
36. Alqarni A. S., Al Ghwainem A. Assessment of the efficacy and bond strength of different dentin-bonding agents with adhesives on primary teeth: An in vitro study. The Journal of Contemporary Dental Practice. 2024;25(4):342–345. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3658>
37. Tyagi G., Jain S., Deshwal S., Singh S., Poonia N., Sharma S. Comparative study of dentin remineralization with Nano-amorphous calcium phosphate-modified bioactive restoratives. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. 2025;15(4):684–690. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2025.04.009>
38. Alnozaily R., Alkherbash A. M., Diaban S., Alshammari A. F., Al-Haddad A., Madfa A. A. Clinical Performance of Resin-Based Composite and Resin-Modified Glass Ionomer in Restoring Cervical Carious Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2025. <https://doi.org/10.1111/jerd.70088>
39. Al-Salamony H., Akah M., Naguib E. A., Safwat O. M. Clinical Evaluation of Bulk-fill Alkaskite Restoration vs Resin-modified Glass Ionomer in Class V Carious Lesions: 1-year Randomized Clinical Trial. The Journal of Contemporary Dental Practice. 2024;25(12):1127–1134. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3787>

40. Zhao I. S., Mei M. L., Burrow M. F., Lo E. C., Chu C. H. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide treatment on secondary caries prevention and tooth discolouration in cervical glass ionomer cement restoration. *International journal of molecular sciences*. 2017;18(2):340. <https://doi.org/10.3390/ijms18020340>
41. Bharali K., Das M., Jalan S., Paul R., Deka A. To compare and evaluate the sorption and solubility of four luting cements after immersion in artificial saliva of different pH values. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*. 2017;9(Suppl 1): S103-S106. [https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS\\_153\\_17](https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_153_17)
42. Koç-Vural U., Kerimova-Köse L., Kiremitçi A. Long-term clinical comparison of a resin-based composite and resin modified glass ionomer in the treatment of cervical caries lesions. *Odontology*. 2025;113(1):404–415. <https://doi.org/10.1007/s10266-024-00958-6>
43. Gavranović-Glamoč A., Ajanović M., Kazazić L., Strujić-Porović S., Zukić S., Jakupović S. et al. Evaluation of Solubility of Luting Cements in Different Solutions. *Acta medica academica*. 2020;49(1):57–66. <https://doi.org/10.5644/ama2006-124.284>
44. Kim D. Y., Aryan N., Lawson N. C., Cheon K. Comparison of Luting Cement Solubility: A Narrative Review. *Dentistry Journal*. 2024;12(11):365. <https://doi.org/10.3390/dj12110365>
45. El Ghamrawy M., Kamal D., Hamza H. Clinical performance and cost-effectiveness of low-shrinkage giomer resin composite versus resin-modified glass ionomer in cervical carious lesions: a 12-month randomized controlled trial. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):1295. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06594-y>