

На правах рукописи

ФИЛИМОНОВ АНТОН АНДРЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОФИЛАКТИКИ ПОБОЧНОГО
ДЕЙСТВИЯ ЭЛАЙНЕРОВ ПРИ ОРТОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ**

3.1.7. - Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Нижний Новгород – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Гажва Светлана Иосифовна - Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии факультета дополнительного постдипломного образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Официальные оппоненты:

Постников Михаил Александрович - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии с курсом остеопатии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Иванова Ольга Павловна - доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры стоматологии детского возраста федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «___» _____ 2026 года в ____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.318.03 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С. И. Георгиевского, по адресу: 295051, Симферополь, бульвар Ленина, 5/7.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института имени С. И. Георгиевского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», по адресу: 295051, Симферополь, бульвар Ленина, 5/7 и на сайте <http://cfuv.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.318.03
кандидат медицинских наук, доцент

К. Г. Кушнир

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Зубочелюстные аномалии представляют собой широко распространённую патологию, охватывающую значительную долю населения мира, что подтверждается данными Всемирной организации здравоохранения и крупными эпидемиологическими исследованиями - распространённость аномалий положения отдельных зубов достигает 30-50 % в различных популяциях. Высокая медико-социальная значимость проблемы обусловлена не только эстетическим дискомфортом, но и функциональными нарушениями, способными приводить к расстройствам жевания, речи, окклюзии и другим клинически значимым последствиям (Аскарова Н. С., 2020; Водолацкий В. М., 2020).

Растущий спрос на ортодонтическое лечение подчёркивает необходимость совершенствования методик коррекции с одновременной минимизацией рисков для здоровья полости рта — это особенно важно в условиях повышения доступности ортодонтических услуг и расширения целевой аудитории (Михайлова А. С., 2021; Джураева Ш. В., 2022).

В последнее время ортодонтическое лечение с помощью элайнеров заняло лидирующую позицию в практике врачей ортодонтот. Их востребованность возрастает в силу наличия положительных эффектов. Высокая эстетичность из-за отсутствия заметных визуальных элементов, удобство в использовании за счет временного снятия конструкции, возможность цифрового моделирования посредством использования алгоритмов 3D - визуализации и пониженная травматичность для мягких тканей по сравнению с брекет-системой увеличивают спрос на данный способ ортодонтической коррекции (Бабаев К. О., 2024; Тимчук Я. И., 2025; Lira L. f., 2023).

Однако, стоит учитывать тот факт, что клиническое применение элайнеров сопряжено с комплексом различных побочных эффектов. Например, длительное ношение элайнеров может приводить к механической травматизации слизистой оболочки рта, что повышает риск развития таких осложнений, как гингивит и катаральный стоматит. Эти состояния не только ухудшают качество жизни пациентов, но и могут осложнить процесс ортодонтической коррекции, тем самым, вынуждая прервать или корректировать его схему. Ключевым фактором, определяющим состояние эмали и слизистой оболочки рта при ортодонтическом лечении, выступает адгезивная активность микроорганизмов (Бекташева А. К., 2022; Сохрокова М. Д., 2025; Атабиева Р. Т., 2025).

Эти вещества не только ускоряют деминерализацию эмали, но и оказывают отрицательное влияние на слизистую оболочку, подавляют местный иммунитет, а так же создают благоприятные условия для воспалительных процессов. Адгезивные свойства микробиома рта напрямую коррелируют с вероятностью возникновения различных побочных явлений, а использование ортодонтических конструкций, в том числе и элайнеров, усугубляет эту ситуацию. Таким образом, контроль адгезивной активности микроорганизмов в совокупности со строгим соблюдением гигиенических протоколов во время ортодонтической коррекции важны для сохранения целостности структуры эмали, профилактики заболеваний слизистой оболочки рта и обеспечения непрерывности аппаратного лечения (Жданова Д. А., 2023; Тихонова И. С., 2023; Бурцева Е. С., 2024).

Современные элайнеры изготавливаются из разнообразных материалов, отличающихся различными физико-механическими и химическими характеристиками. Эти различия оказывают существенное влияние как на клиническую эффективность коррекции аномалий положения отдельных зубов, так и на вероятность возникновения различных побочных эффектов (Дегтев И.А., 2021; Бабаев К.О., 2024).

Несмотря на высокую распространенность элайнеров, четкого научного обоснования профилактики их побочных эффектов до настоящего времени не имеется. Данный факт обусловлен множеством различных критериев, а именно: отсутствием стандартных протоколов лечения и четкой доказательной базы, которая строится исключительно на эмпирическом опыте отдельных клиницистов, а долгосрочных наблюдений практически не имеется, что усложняет оценку влияния элайнеров на здоровье полости рта (Тихонова И. С., 2023; Аббасова А. С., 2024).

Поиск решения проблемы возникновения различных побочных эффектов в период ортодонтической коррекции с помощью элайнеров напрямую зависит от увеличения использования данного вида конструкции, а масштабность проблемы напрямую связана с популярностью данной технологии.

Степень разработанности темы. До сих пор единое научное мнение, связанное со снижением риска развития побочных эффектов при ортодонтической коррекции с применением элайнеров не сформировано, а в информационных базах данных E-Library, Scopus, Web of Scince и в опубликованных статьях данная тема является дискуссионной. Разрозненные исследования, где описаны особенности использования элайнеров, сопоставлены их преимущества и недостатки, требуют дальнейшего изучения.

Научные публикации, доступные сегодня, чаще актуализируют лишь отдельные фрагменты данной темы без целостного представления о путях ее решения. Вместе с тем, исследования, посвященные побочным эффектам при ортодонтическом лечении с помощью элайнеров и путям их устранения, уже служат теоретической базой, необходимой для дальнейшего анализа.

Цель исследования: повышение эффективности ортодонтического лечения пациентов с аномалиями положения отдельных зубов и снижение риска развития побочных явлений путем разработки и внедрения элайнеров с комбинированным лечебно-профилактическим эффектом.

Задачи исследования.

1. Провести ретроспективный анализ медицинской документации для определения распространенности зубочелюстных аномалий и выявления побочных явлений на этапах ортодонтического лечения.

2. Определить химический профиль эмали до и после реминерализации с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния в условиях эксперимента.

3. Изучить адгезивную активность микробиома рта к конструкционным материалам, используемым для изготовления элайнеров и уточнить их физико-механические свойства в эксперименте.

4. Разработать методику изготовления элайнеров с лечебно-профилактическим эффектом и предложить способ лечения зубочелюстных аномалий с их использованием (Патент № 2815154).

5. Усовершенствовать алгоритм ортодонтического лечения аномалий положения отдельных зубов и оценить его лечебную эффективность и профилактическую направленность.

Научная новизна исследования.

1. На основании ретроспективного анализа медицинской документации получены новые данные о распространенности зубочелюстных аномалий, а также уточнены виды побочных явлений при проведении ортодонтической коррекции.

2. Впервые определен химический профиль зубной эмали до и после реминерализации с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, который послужил фундаментальной основой для разработки персонифицированных элайнеров с реминерализующим эффектом в условиях эксперимента.

3. Впервые, в условиях эксперимента, изучена адгезивная активность микрофлоры полости рта к конструкционным материалам, используемых для изготовления элайнеров, и уточнены их физико-механические свойства на статический изгиб и растяжение.

4. Впервые разработана методика изготовления элайнеров с реминерализующим эффектом и предложен способ восстановления деминерализованной эмали на этапах ортодонтического лечения аномалий положения отдельных зубов (Патент № 2815154).

5. Усовершенствован алгоритм ортодонтического лечения, снижающий риск возникновения побочных явлений в структуре эмали, путем разработки и внедрения усовершенствованных элайнеров с направленным минерализующим действием.

Теоретическая и практическая значимость работы. С научной и практической точек зрения данное исследование ценно тем, что в нем предложена обновленная методика ортодонтического лечения на базе усовершенствованных элайнеров. Встроенный в конструкцию капы дополнительный микрорезервуар для внесения в него реминерализующего вещества дает возможность решать задачу нивелирования аномалий положения отдельных зубов с одновременным устранением очагов деминерализации в структуре их твердых тканей у пациентов, проходящих ортодонтическое лечение.

Одним из главных теоретических результатов явилось создание метода компьютерного моделирования дополнительного очага над участком поражения в структуре эмали на виртуальных трехмерных моделях зубных рядов. Данный способ обладает адресной доставкой реминерализующих средств и вместе с тем подтверждает, что лечебная стратегия подбирается индивидуально, а ортодонтическая коррекция дополняется воздействием на поверхностные слои эмали.

В области стоматологического лечения, ориентированного на индивидуальные особенности пациента, работа подтверждает практическую ценность цифровых инструментов и виртуальных решений, которые повышают результативность лечения стоматологических заболеваний, возникающих под влиянием множества причин. В предложенном подходе ортодонтическое вмешательство сочетается с лечебным эффектом, направленным на устранение участков деминерализации эмали, а итогом сочетания служит более надежная и действенная коррекция нарушений соотношения зубных рядов и аномалий положения отдельных зубов. Вследствие этого в настоящее время данный метод приобретает заметное значение для ортодонтической практики.

Методология и методы исследования. Данная работа представляет собой сравнительное, управляемое, лабораторно-экспериментальное, клиническое исследование с элементами проспективного анализа и интегративного междисциплинарного подхода. Лица с 15 до 36 лет обоего пола с аномалиями положения отдельных зубов разной степени тяжести в сочетании с очаговой деминерализацией эмали принимали участие в исследовании, а стоматологический и ортодонтический статусы были объектами нашего профессионального внимания. В исследовании использовались следующие методы: аналитический, статистический, клинический, микробиологический, физико-механический. Диссертационная работа базируется на принципах доказательной медицины, а полученные результаты статистически значимы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Побочными эффектами на этапах ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий являются чаще всего кариес зубов, гингивит, травматические повреждения слизистой оболочки рта, сколы твердых тканей зубов, степень выраженности которых зависит от возраста, вида аномалии с преобладанием процессов деминерализации в каждом возрастном периоде.

2. Разработана методика изготовления элайнеров с лечебно-профилактическим эффектом и предложен способ лечения зубочелюстных аномалий (Патент № 2815154).

3. Конструкционный материал на основе полиуретантерефталата (Zendura), обладающий минимальной адгезивной активностью микробиома рта к его поверхности (0,517 у.е) с оптимальными значениями показателей при растяжении ($23,1 \pm 4,9$ МПа и 698 ± 79 Мпа) и трехточечном-изгибе (1530 ± 72 Мпа) рекомендован для изготовления персонифицированных элайнеров и их применения в клинической практике.

4. Разработанный алгоритм лечения аномалий положения отдельных зубов с использованием усовершенствованных элайнеров повышает эффективность ортодонтического лечения, снижает риск возникновения побочных явлений на фоне стабильного уровня гигиены полости рта.

Степень достоверности и апробация результатов. О достоверности результатов данной работы свидетельствует четко поставленная цель, междисциплинарный подход решения поставленных задач.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на таких научно-практических конференциях с международным участием как: «Современные тренды в стоматологии. Реалии и перспективы.» (г. Нижний Новгород, 2024); X Белорусском международном стоматологическом конгрессе (г. Минск, Республика Беларусь, 2024); 53 Всероссийской научно-практической конференции СТАР «Стоматология XXI века» (г. Москва, 2025).

Ход выполнения работы был под четким контролем и многократно выносился на обсуждение кафедры Стоматологии ФДПО ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ.

Обсуждение диссертации (апробация) состоялась 12. 05. 2026 г. на заседании проблемной комиссии Института стоматологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ при участии сотрудников кафедр: терапевтической, ортопедической стоматологии и ортодонтии, пропедевтической стоматологии, хирургической стоматологии и ЧЛХ, стоматологии детского возраста и стоматологии ФДПО ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ.

Внедрение результатов исследования. Результаты научно-исследовательской работы внедрены в учебный процесс кафедры стоматологии ФДПО ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России и используются в рамках циклов профессиональной переподготовки, повышения квалификации, тематического усовершенствования по специальности «Ортодонтия», а также в рамках специалитета для студентов института стоматологии. Кроме того, они внедрены в лечебный процесс университетской клиники «ПИМУ», ГАУЗ НО «ОСП» и стоматологических филиалов ООО «Садко».

Личный вклад автора. Проведен самостоятельный анализ отечественных и зарубежных публикаций, составивших список литературы, включающий в себя 158 источников.

Научная работа построена из нескольких взаимосвязанных этапов. Каждый этап служит поиску решения проблемы коррекции зубочелюстных аномалий при одновременном наличии патологических изменений в структуре их твердых тканей. Ретроспективный анализ медицинских карт (043-1/у) позволил уточнить данные о частоте встречаемости зубочелюстных аномалий и выявить нежелательные эффекты, сопровождающие ортодонтическую коррекцию. В экспериментальном исследовании были получены данные о состоянии интактной эмали и с наличием очагов деминерализации, параллельно, посредством спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия), была определена результативность реминерализующей терапии в зонах поражения поверхностных слоев эмали. Так же в условиях эксперимента были установлены адгезивные свойства микроорганизмов к конструкционным материалам, предназначенным для изготовления элайнеров, и были сопоставлены их физико-механические характеристики. На базе полученных данных был создан способ лечения зубочелюстных аномалий (Патент № 2815154), а также пересмотрена и усовершенствована схема ортодонтического лечения аномалий положения отдельных зубов с использованием усовершенствованных элайнеров с дополнительным микрорезервуаром для адресной доставки реминерализующего вещества.

Научные работы и публикации по теме диссертации. В рамках диссертационного исследования опубликовано 4 научных статьи (все 4 в журналах, входящих в перечень рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки РФ, а так же из них 2 работы - в изданиях, индексируемых международной библиографической базой данных Scopus). Патент на изобретение № 2815154 от 11. 03. 2024 г. «Способ лечения зубочелюстных аномалий».

Объем и структура диссертации. Диссертационное исследование не нарушает правил его построения, а соответствующие разделы изложены традиционно, включая в себя: обзор отечественных и зарубежных источников специальной литературы, объектов, материалов и методов, отражающих дизайн исследования. Анализ полученных данных отражен в главе «Результаты исследования», с последующим обсуждением в одном из разделов диссертационного исследования «Обсуждение полученных результатов». Выводы, практические рекомендации и приложения являются завершающими в структуре научной работы. Она изложена на 176 страницах, иллюстрирована 89 рисунками, дополнена 25 таблицами, список литературы содержит 158 источников (67 - отечественных, 91 — зарубежных).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Научное исследование проводилось в несколько этапов. Каждый из них являлся фрагментом работы, направленным на решение конкретной задачи и достижение поставленной цели (Рисунок 1 а, б).

1 этап - теоретическое исследование, которое включало в себя анализ отечественных и зарубежных литературных источников, а так же ретроспективный анализ медицинской документации (043-1/y) 840 пациентов.

2 этап - лабораторно-экспериментальное исследование, которое включало в себя изучение адгезивной активности различных микроорганизмов полости рта к конструкционным материалам для изготовления элайнеров, исследование физико-механических характеристик материалов для изготовления элайнеров, а так же анализ качественного микроэлементного состав интактной эмали и эмали с очагами деминерализации.

3 этап - клиническое исследование, направленное на оптимизацию конструкционно-технологического процесса и совершенствование клинического этапа.

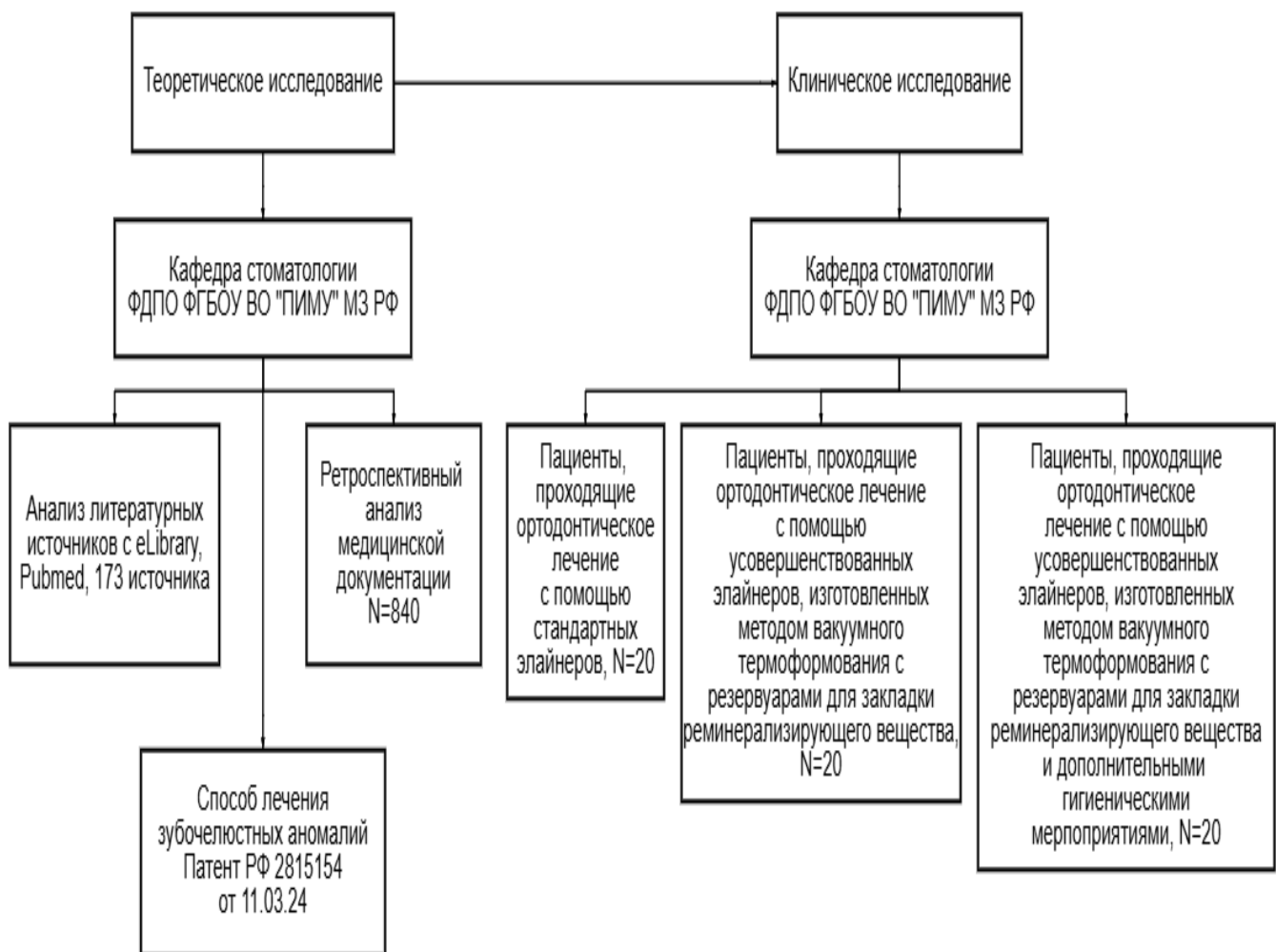


Рисунок 1а - Дизайн исследования

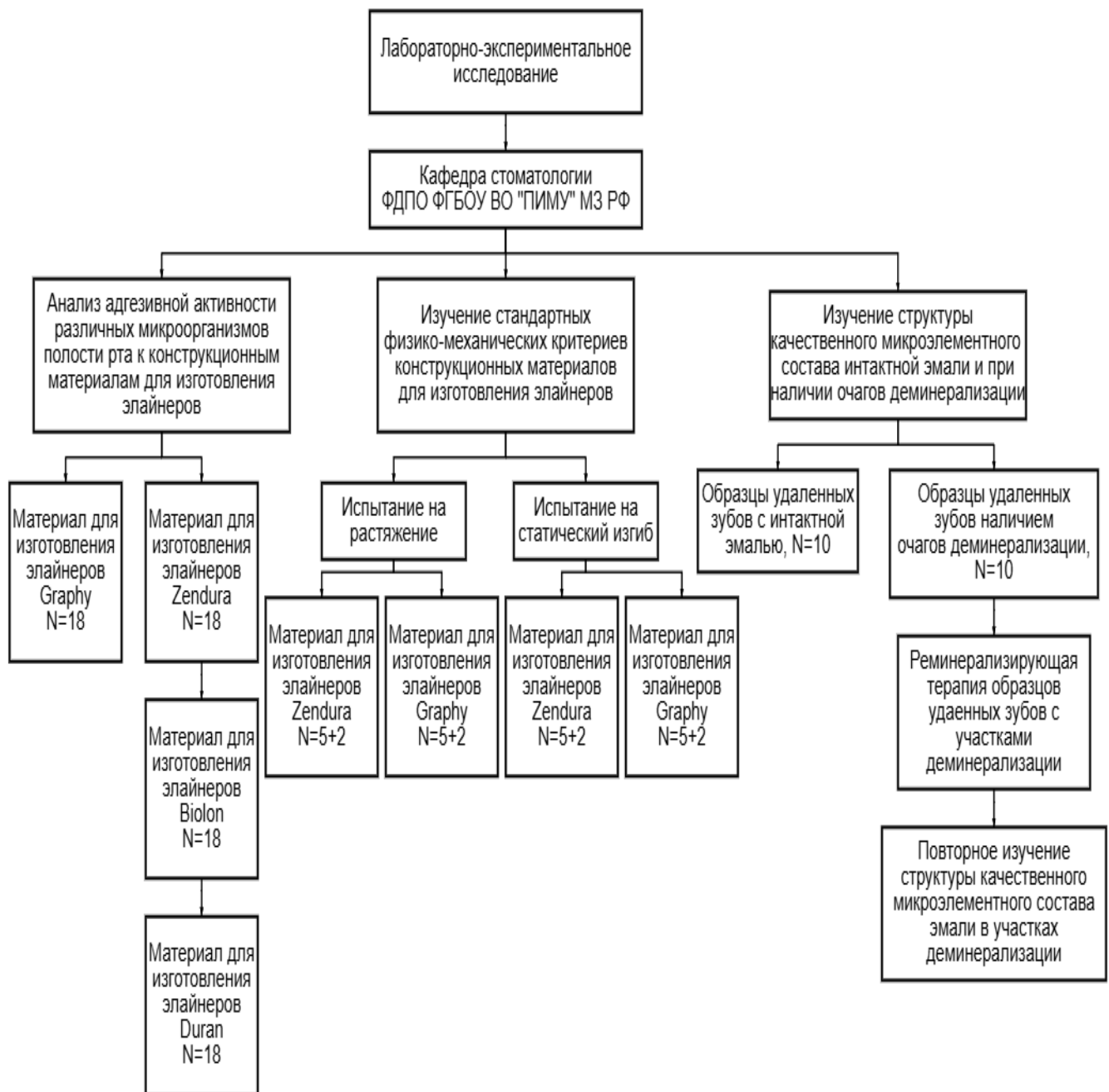


Рисунок 16 - Дизайн исследования

На **1 этапе** проводилось теоретическое исследование, где анализировались отечественные и зарубежные литературные источники. Параллельно осуществлялся ретроспективный анализ медицинской документации 840 пациентов с аномалиями зубочелюстной системы в возрасте от 3 до 47 лет.

На **2 этапе** анализировался **качественный микроэлементный состав** интактной эмали и эмали с очагами деминерализации. Исследование основывалось на анализе 20 зубов удаленных по ортодонтическим показаниям. В первую группу входили 10 зубов с интактной эмалью. Вторую группу составили 10 зубов с участками деминерализации на поверхности эмали. Для выяснения микроэлементного состава эмали в работе применялась спектроскопия комбинационного рассеяния. На первом этапе данного исследования каждый зуб из обеих групп изучался отдельно. Затем удалённые зубы, имеющие признаки

деминерализации, закреплялись посредством специального зуботехнического гипса. Для данных образцов изготавливалась персональная капа. Такое решение позволяло наносить на эмаль реминерализующее средство и удерживать его в нужном интервале времени. На загипсованных зубах сначала фиксировалась капа, после чего вся система помещалась в искусственную слюну. Наблюдение длилось 7 дней. На завершающем этапе исследования образцы зубов вновь проходили спектроскопическое исследование.

Так же изучалась **адгезивная активность** различных микроорганизмов полости рта к конструкционным материалам для изготовления элайнеров, где в качестве основы для исследования были взяты образцы конструкционного назначения, используемые при производстве элайнеров, материал «Graphy» и материалы «Zendura», «Biolon» и «Duran». Каждый образец приводился к единому формату по геометрии и количеству. Для анализа адгезивной активности отобраны штаммы бактерий и микромицетов: *Str. salivarius*, *Str. pyogenes*, *S. aureus*, *C. albicans*, *C. kruzei*.

Так же проводилось исследование **физико-механических характеристик** материалов для изготовления элайнеров, где в условиях эксперимента изучались два их вида. Первый - фотополимерный «Graphy». Второй - материал «Zendura» на основе полиуретантерефталата. Физико-механические характеристики материалов оценивались с помощью различных видов испытаний. Испытания на растяжение проводились согласно стандартам ГОСТ 11262–2017 и ASTM D638. Образцы имели форму лопаток с общей длиной 75 мм, длиной узкой части $12,0 \pm 0,5$ мм, шириной узкой части $4,0 \pm 0,2$ мм и толщиной $0,75 \pm 0,5$ мм; Испытания на трехточечный изгиб проводились по стандартам ГОСТ 4648–2014 и ASTM D790. Образцами служили пластины длиной $50,8 \pm 0,5$ мм, шириной $12,7 \pm 0,1$ мм и толщиной $0,75 \pm 0,1$ мм.

В рамках **3 этапа** проводилось клиническое исследование. На основании включения, невключения, исключения были сформированы 3 группы пациентов, проходившие ортодонтическое лечение зубочелюстных аномалий с использованием элайнеров.

1. 20 пациентов мужского и женского пола 15-36 лет с клинически подтверждённой аномалией положения отдельных зубов, без признаков кариеса в стадии белого мелового пятна и общесоматических и стоматологических противопоказаний к ортодонтическому лечению элайнерами. Для данной группы пациентов применяли стандартные элайнеры, полученные путем термоформования и лишённые дополнительных резервуаров.

2. 20 пациентов мужского и женского пола 15-36 лет с клинически подтверждённой аномалией положения отдельных зубов, с признаками кариеса в стадии белого мелового пятна, но без общесоматических и стоматологических противопоказаний к ортодонтическому лечению элайнерами, делающих невозможной ортодонтическую коррекцию с применением элайнеров. Для данных пациентов использовали элайнеры, изготовленные стандартным вакуумным термоформованием. В конструкцию элайнеров были встроены специальные полости для накопления лекарственных веществ.

3. 20 пациентов мужского и женского пола 15-36 лет с клинически подтверждённой аномалией положения отдельных зубов, с признаками кариеса в стадии белого мелового пятна, но без общесоматических и стоматологических противопоказаний к ортодонтическому лечению элайнерами, делающих невозможной ортодонтическую коррекцию с применением элайнеров. Лечебное воздействие у пациентов проводили с

использованием элайнеров, изготовленных методом стандартного термоформования. Модифицированные элайнеры получили конструктивные элементы, рассчитанные на локальное удержание лекарственного препарата непосредственно в месте патологического очага. Одновременно для данной категории больных был установлен более строгий режим ухода за полостью рта.

Исследование проводилось в несколько этапов: 1)Отбор пациентов и их распределение по трём группам исследования; 2)Проведение первичного обследования, включающего применение индексной оценки состояния полости рта таких как ТЭР-тест, ИГР-У и РМА; 3)Проведение ортодонтического лечения с применением соответствующих типов элайнеров в каждой группе; 4)Повторное обследование по завершении ортодонтического лечения, повторное выполнение ТЭР-теста, ИГР-У и РМА, оценка изменений состояния тканей полости рта после лечения.

Результаты собственных исследований. В результате проведенного ретроспективного анализа медицинской документации 840 пациентов в возрасте от 3 до 47 лет, обращавшихся за ортодонтической консультацией было выявлено преобладание пациентов женского пола над пациентами мужского пола (Рисунок 2).



Рисунок 2 - Распределение пациентов по полу

В группе пациентов 3-6 лет доминирует код K07.3 - 70 % случаев, у 40 % пациентов диагностировано сочетание K07.3 и K07.2 (Рисунок 3).

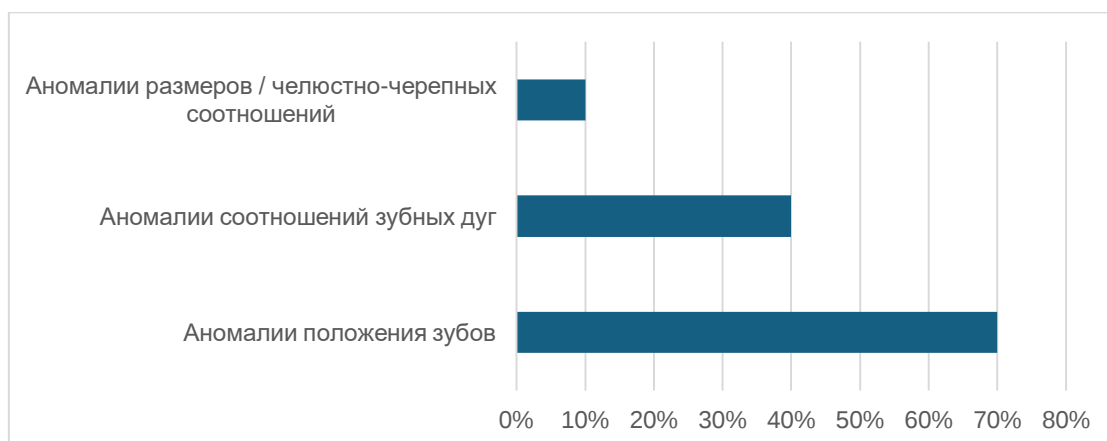


Рисунок 3 - Частота основных диагнозов в возрастной группе 3–6 лет

В возрастной группе 7-10 лет лидируют коды К07.3 - 85 %, К07.1 - 50 %, К07.2 - 60 % (Рисунок 4).

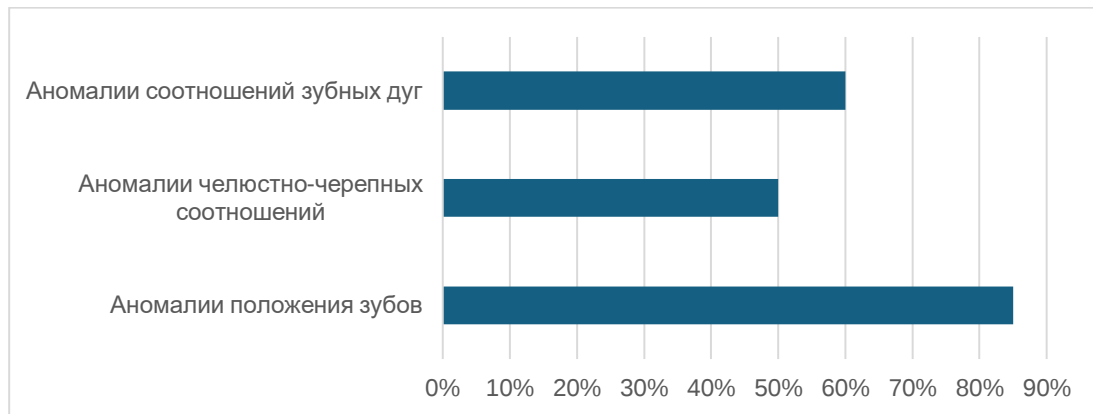


Рисунок 4 - Частота основных диагнозов в возрастной группе **7–10 лет**

Для возрастного интервала 11-17 лет ведущими показателями являются К07.3 - 75 %, К07.1 - 65 % и К07.0 - 30 % (Рисунок 5).

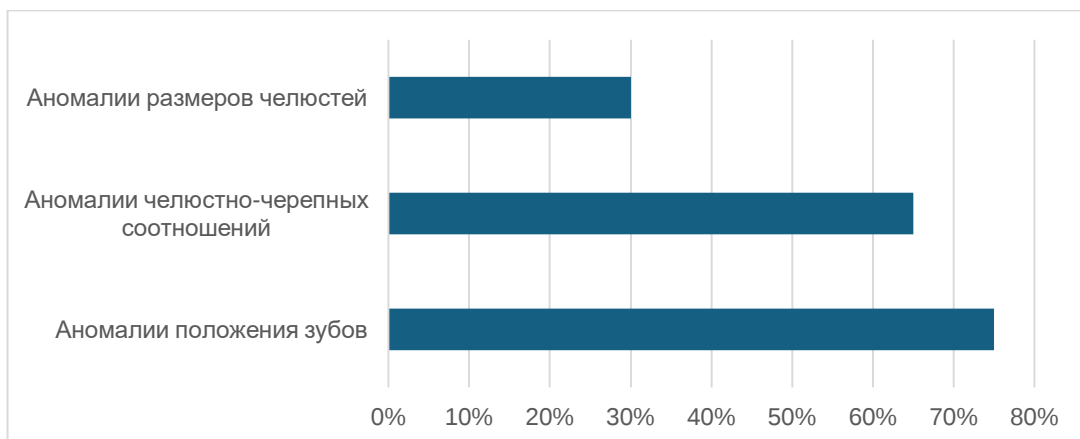


Рисунок 5 - Частота основных диагнозов в возрастной группе **11–17 лет**

У пациентов старше 18 лет наибольший удельный вес приходится на К07.3 - 60 %, далее идет К07.0 - 40 %, а К07.6 достигает 20 % (Рисунок 6).

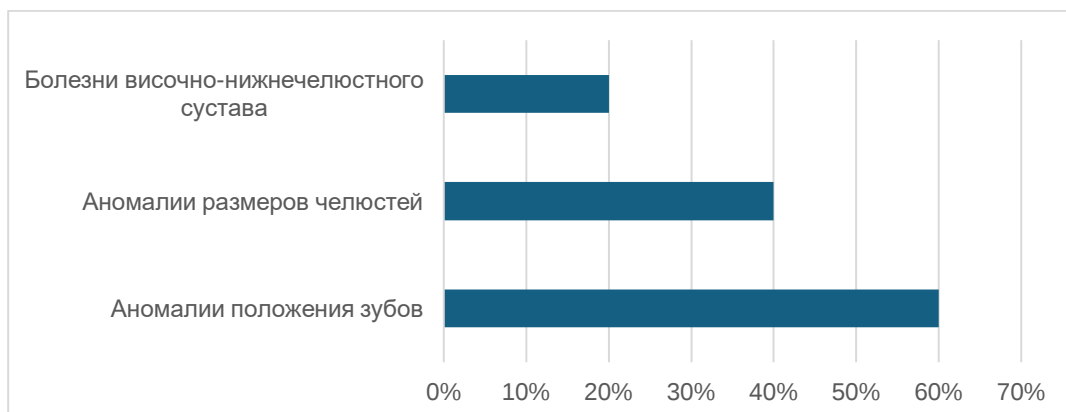


Рисунок 6 - Частота основных диагнозов в возрастной группе **старше 18-ти лет**

Анализ данных по ортодонтическому лечению выявил существенные различия в охвате терапией и частоте осложнений в структуре твердых тканей зубов в зависимости от возраста среди пациентов с кодом K07.3 (Рисунок 7).

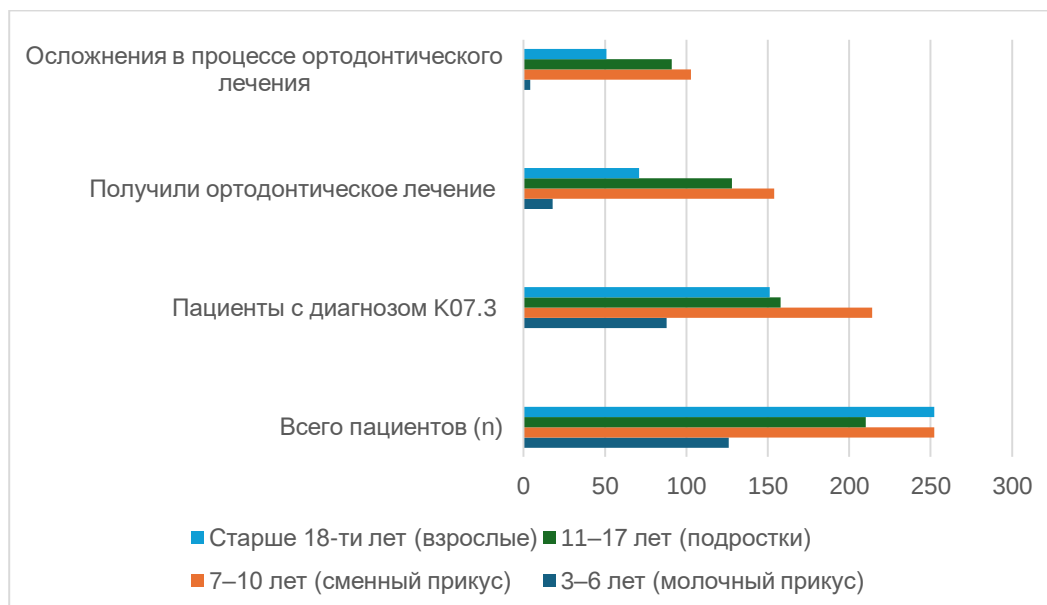


Рисунок 7 - Охват ортодонтическим лечением и частота возникновения осложнений у пациентов с диагнозом K07.3

Таким образом, в рамках 1 этапа исследования была выявлена гетерогенность охвата ортодонтическим лечением пациентов с диагнозом K07.3 в зависимости от возраста. Максимальный показатель зафиксирован в подростковой группе, минимальный - в группе 3-6 лет. Частота осложнений в структуре твердых тканей зубов демонстрирует возрастную прогрессию. Анализ соотношения распространённости патологии и лечения показал, что в группах 3-6 и 7-10 лет высокая распространённость K07.3 сочетается с низким и умеренным охватом лечением. У подростков же высокий охват сопряжён с высокой частотой осложнений в структуре твердых тканей зубов, а у взрослых низкая доля пролеченных сочетается с высокой долей пациентов с K07.3 и максимальной частотой осложнений.

На втором этапе диссертационного исследования анализировался качественный микроэлементный состав интактной эмали и эмали с очагами деминерализации. В результате было выявлено, что после проведенной реминерализации происходит сближение колебательных показателей в зонах деминерализации со значениями, характерными для интактной эмали (Рисунок 8).

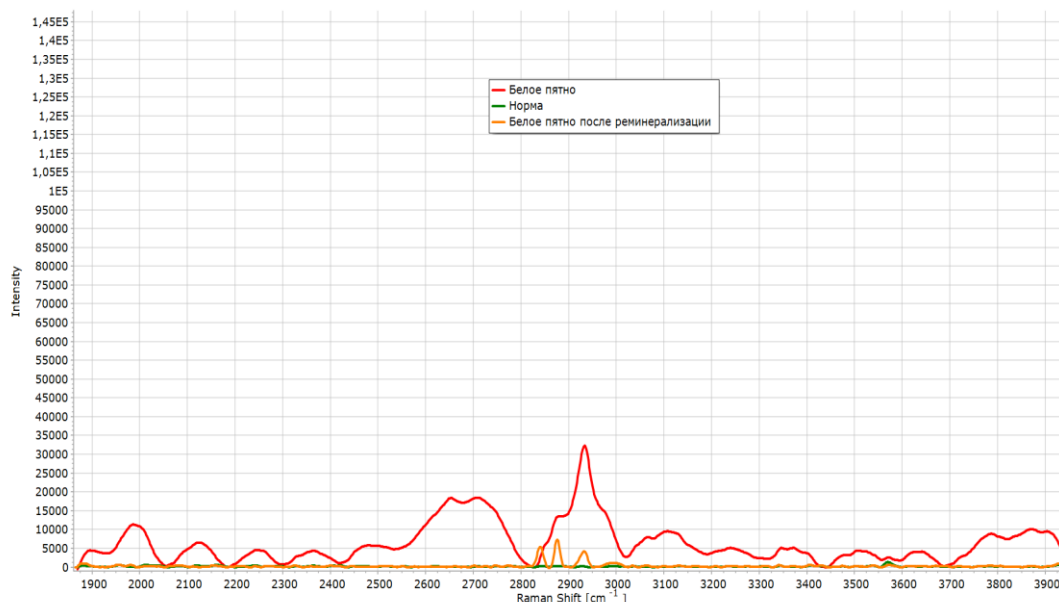


Рисунок 8 - Спектральные характеристики эмали после проведения реминерализирующей терапии

После семидневного лечебного воздействия эмаль, утратившая часть минеральной плотности, заметно улучшила свои показатели, ее состояние пришло к норме, а значения в пораженных зонах выравниваются (Рисунок 9).

Рисунок 9 - Соотношение белковых соединений и ГАП в различных участках эмали

Таким образом, реминерализирующая терапия показывает выраженную перспективность при деминерализации эмали. При этом наивысшая результативность достигается лишь при точном подборе временных параметров курса и оценке клинического профиля пациента в индивидуальном порядке.

На втором этапе диссертационной работы результаты проведенного исследования показывают, что на поверхности «Graphy» микроорганизмы адгезируются заметно быстрее (Рисунок 10). У «Zendura» картина иная, присоединение микроорганизмов идет медленнее,

поэтому материал подходит пациентам с повышенной вероятностью воспалительных заболеваний ротовой полости (Рисунок 11).

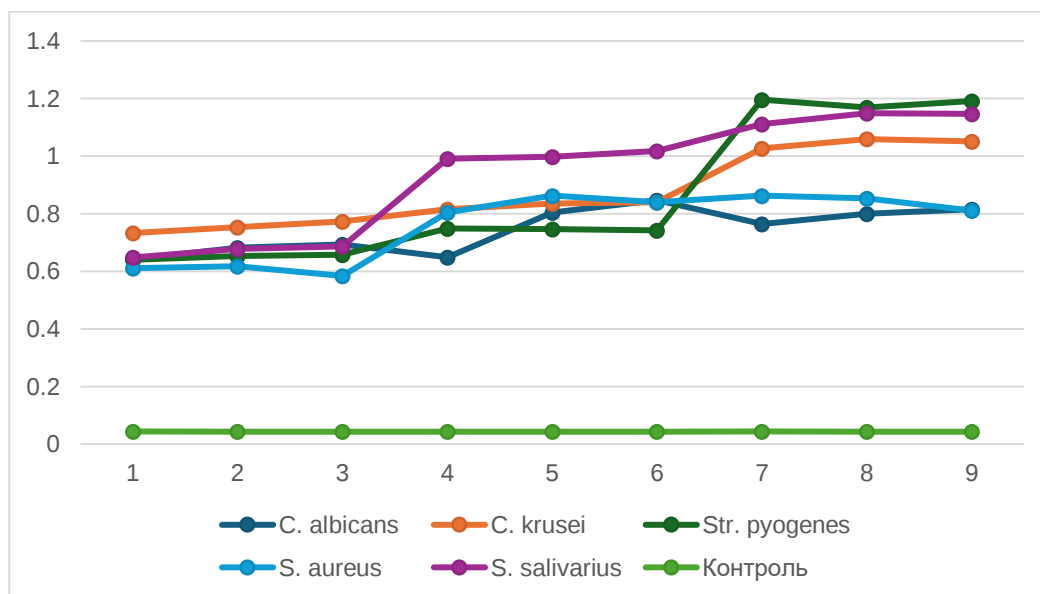


Рисунок 10 - Данные адгезивной активности микробиома рта к материалу «Graphy»

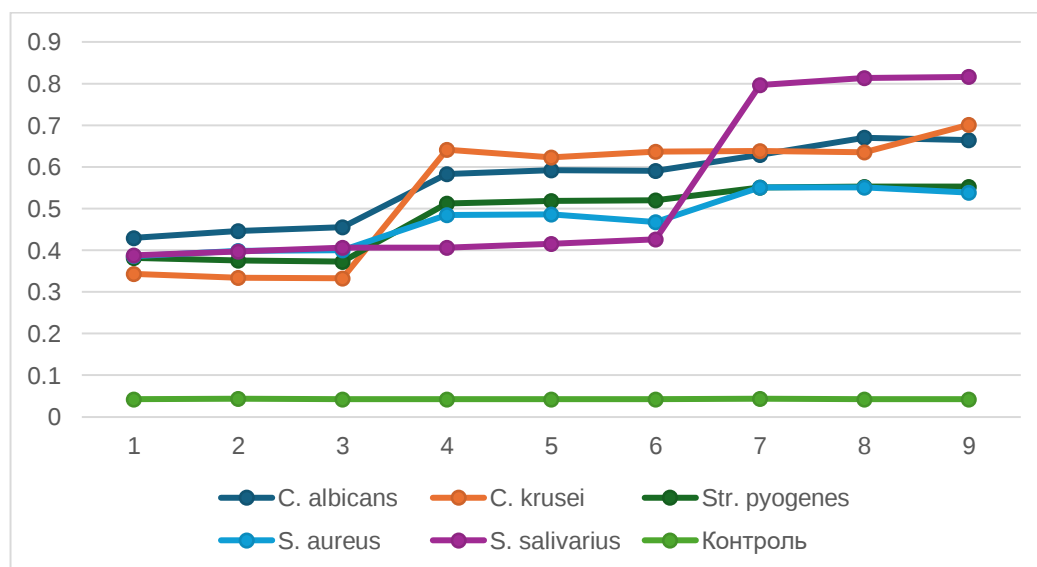


Рисунок 11 - Данные адгезивной активности микробиома рта к материалу «Zendura»

При исследовании физико-механических характеристик материалов для изготовления элайнеров было выявлено, что по сравнению с «Graphy», материал «Zendura», выстроенный как многослойная система типа «сэндвич», показывает более высокие жесткость и пластичность (Рисунок 12, 13).

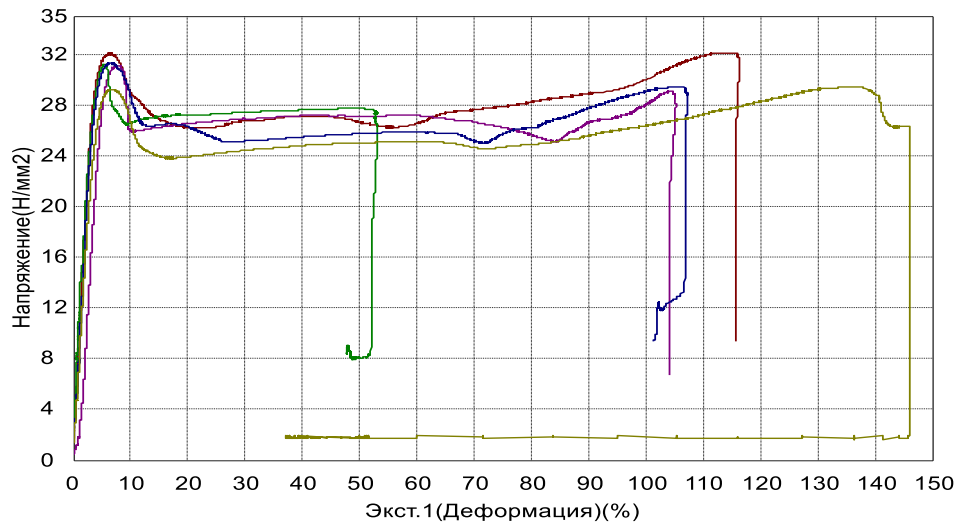


Рисунок 12 - Деформационные кривые образцов материала «Zendura»

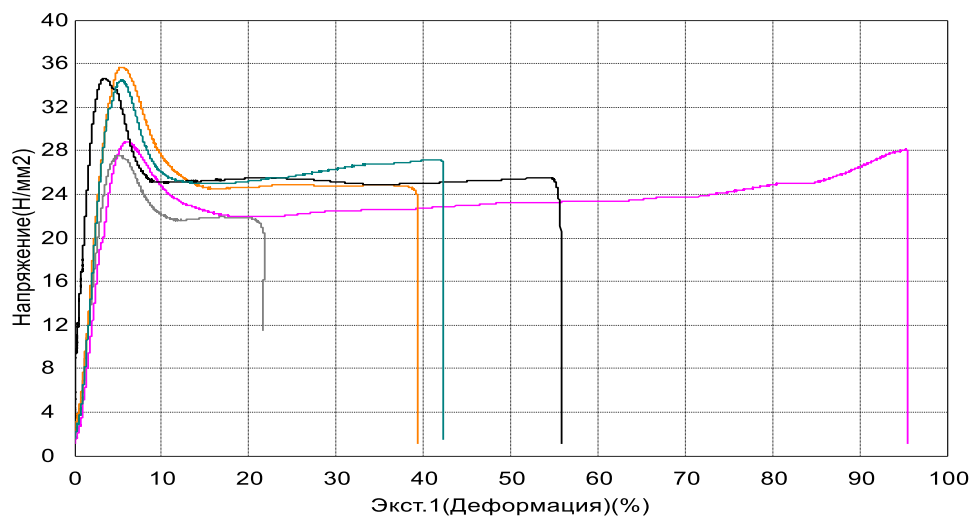


Рисунок 13 - Деформационные кривые образцов материала «Graphy»

Так же были посчитаны значения модуля упругости материала. Для материала «Zendura» он составил 1530 ± 72 МПа, для материала «Graphy» - 1179 ± 68 Мпа (Рисунок 14, 15). Сравнительный анализ физико-механических характеристик образцов показал значительные различия между конструкционными материалами «Zendura» и «Graphy».

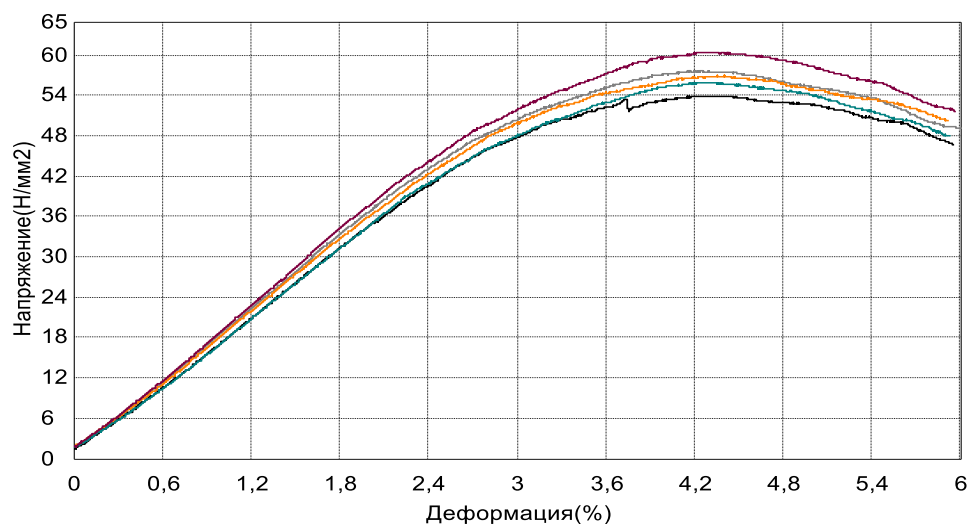


Рисунок 14 - Деформационные кривые образцов материала «Zendura»

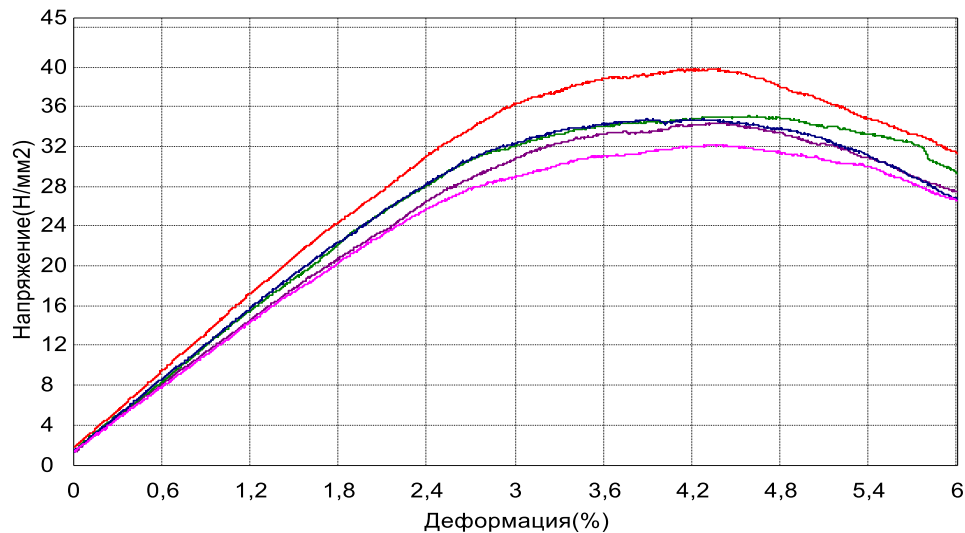


Рисунок 15 - Деформационные кривые образцов материала «Graphy»

На 3 этапе комплексное клиническое исследование было направлено на оценку эффективности элайнеров с дополнительными микрорезервуарами.

В данном испытании для изготовления элайнеров был выбран материал «Zendura».

«Zendura» продемонстрировал хорошие результаты при физико-механических испытаниях и микробиологических исследованиях. Выбор технологии и материала стал основой для сравнения эффективности элайнеров с дополнительными резервуарами и без них в плане профилактики и лечения очагов деминерализации в период ортодонтического лечения.

Первая группа объединяла пациентов мужского и женского пола 15-36 лет с клинически подтверждённой аномалией положения отдельных зубов, без признаков кариеса в стадии белого мелового пятна. Для данной группы пациентов применяли типовые элайнеры, полученные путем термоформования (Рисунок 16 а, б).



Рисунок 16а - Пациент А, 16 лет, группы 1: снимки ДО начала ортодонтического лечения



Рисунок 16б - Пациент А, 16 лет, группы 1: снимки ПОСЛЕ проведенного ортодонтического лечения

Во вторую группу включили мужчин и женщин 15-36 лет, обследование подтвердило аномалию положения отдельных зубов и кариес в стадии белого мелового пятна. Для данных пациентов использовали элайнеры, изготовленные стандартным вакуумным термоформованием. В конструкцию элайнеров встроили специальные полости для накопления лекарственных веществ, рассчитанные на реминерализацию (Рисунок 17 а, б).



Рисунок 17а - Пациент В, 20 лет, группы 2: снимки ДО начала ортодонтического лечения



Рисунок 17б - Пациент В, 20 лет, группы 2: снимки ПОСЛЕ проведенного ортодонтического лечения

В третью группу допускались лица мужского и женского пола в возрасте 15–36 лет. Основанием для такой принадлежности служили клинически подтверждённая аномалия положения отдельных зубов и кариес на стадии белого мелового пятна. Лечебное воздействие у пациентов проводили с использованием элайнеров, изготовленных методом стандартного термоформования. Модифицированные элайнеры получили конструктивные элементы, рассчитанные на локальное удержание лекарственного препарата непосредственно в месте патологического очага (Рисунок 19 а, б). Одновременно для данной категории пациентов был установлен более строгий режим ухода за полостью рта и введены дополнительные варианты антисептической обработки самих кап (Рисунок 18).

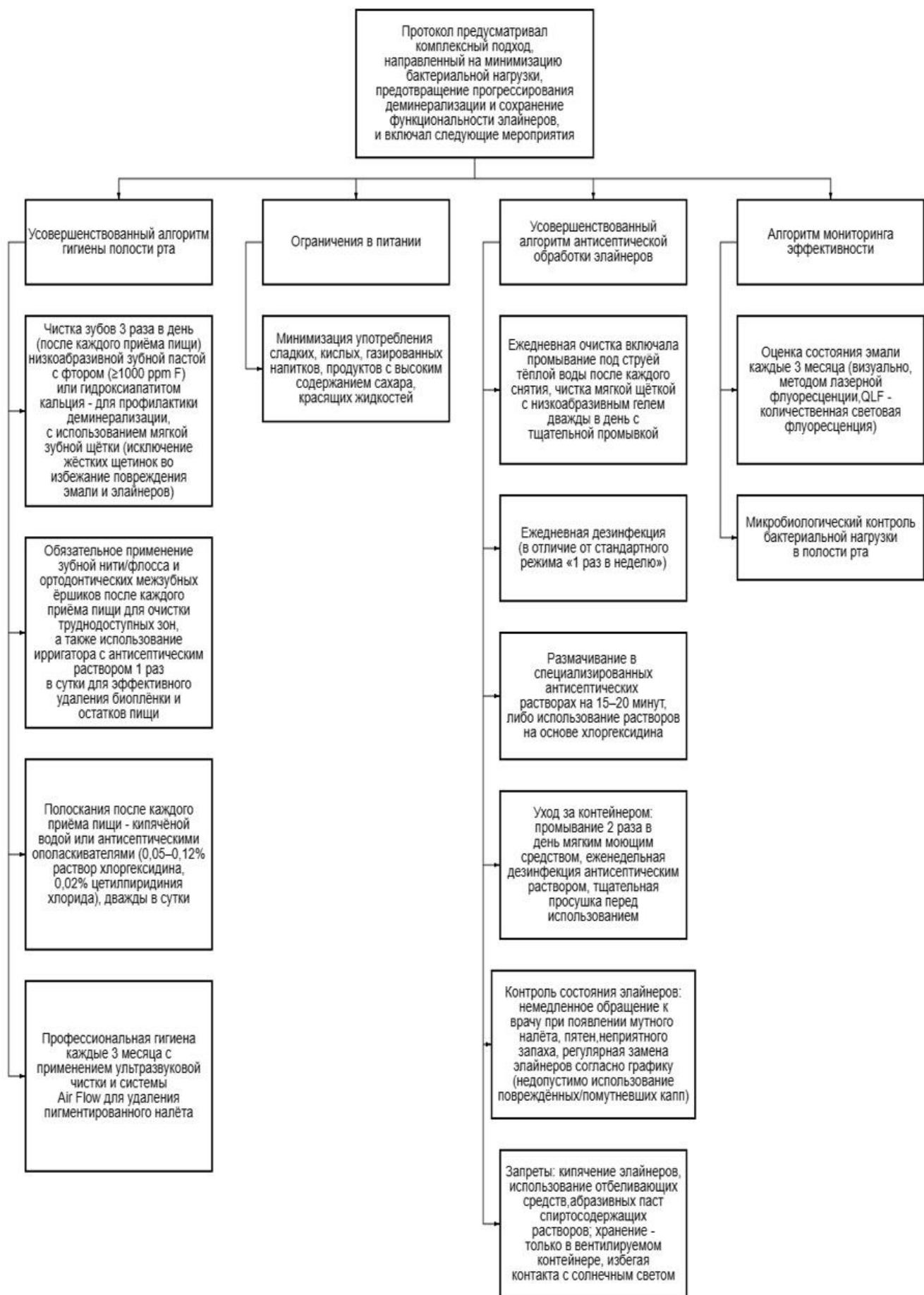


Рисунок 18 - Усовершенствованный алгоритм гигиены рта и антисептической обработки элайнеров



Рисунок 19а - Пациент Д, 35 лет, группы 3: снимки ДО начала ортодонтического лечения



Рисунок 19б - Пациент Д, 35 лет, группы 3: снимки ПОСЛЕ проведенного ортодонтического лечения

Методология оценки ключевых показателей включала тест эмалевой резистентности, площадь очагов деминерализации оценивалась методом цифровой планметрии, индекс гигиены определялся по стандартной методике для оценки уровня зубного налёта, индекс воспаления оценивал состояние маргинального пародонта.

Анализ динамики ключевых показателей показал, что в группе 1 ТЭР изменился с $M = 3,1 \pm 1,04\%$ до $M = 4,3 \pm 1,22\%$ с динамикой $+38,7\%$, в группе 2 ТЭР снизился с $M = 6,3 \pm 1,42\%$ до $M = 4,9 \pm 1,18\%$ с динамикой $- 22,2\%$, в группе 3 ТЭР уменьшился с $M = 6,7 \pm 1,56\%$ до $M = 4,6 \pm 1,09\%$ с динамикой $- 31,3\%$ (Рисунок 20).

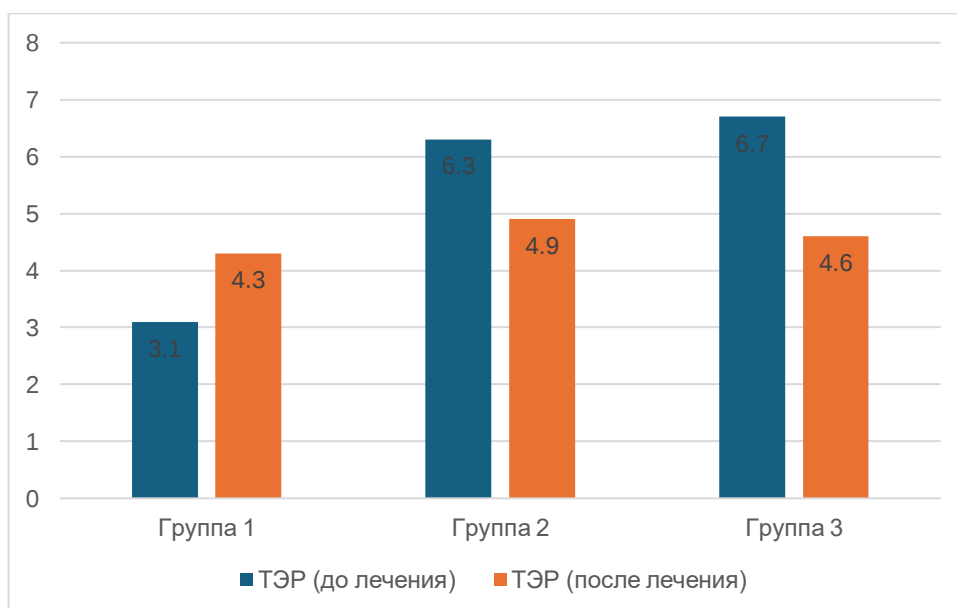


Рисунок 20 - Динамика показателя ТЭР

Площадь очагов деминерализации в группе 2 сократилась с $M = 2,55 \pm 0,89 \text{ мм}^2$ до $M = 1,42 \pm 0,76 \text{ мм}^2$ с динамикой - 44,3%, в группе 3 - с $M = 3,02 \pm 0,98 \text{ мм}^2$ до $M = 1,18 \pm 0,65 \text{ мм}^2$ с динамикой - 60,9% (Рисунок 21).

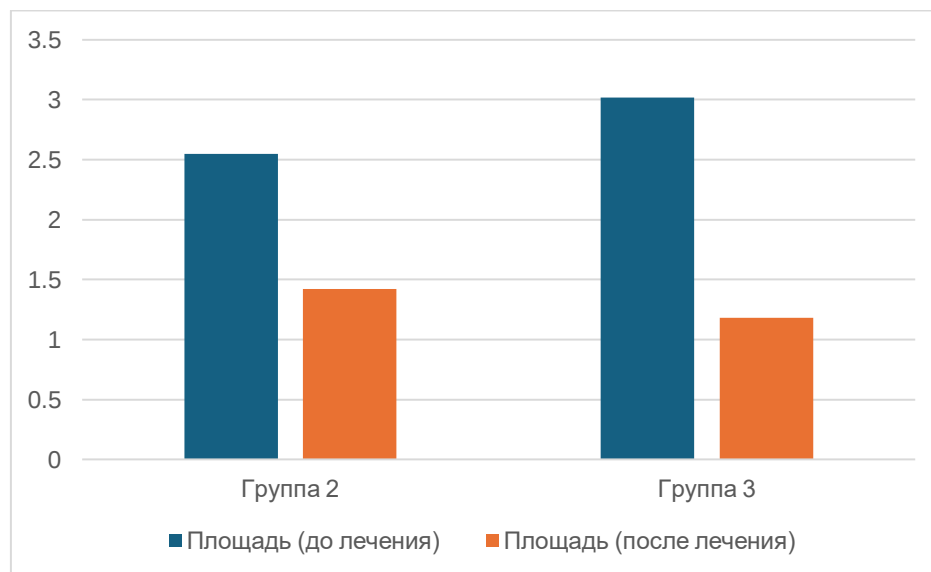


Рисунок 21 - Динамика площади участков деминерализации

Индекс гигиены ИГР-У в группе 1 вырос с $M = 0,90$ до $M = 1,14$ с динамикой +26,7%, в группе 2 снизился с $M = 1,5$ до $M = 1,46$ с динамикой -2,7%, в группе 3 снизился с $M = 1,49$ до $M = 1,45$ с динамикой - 2,7% (Рисунок 22).

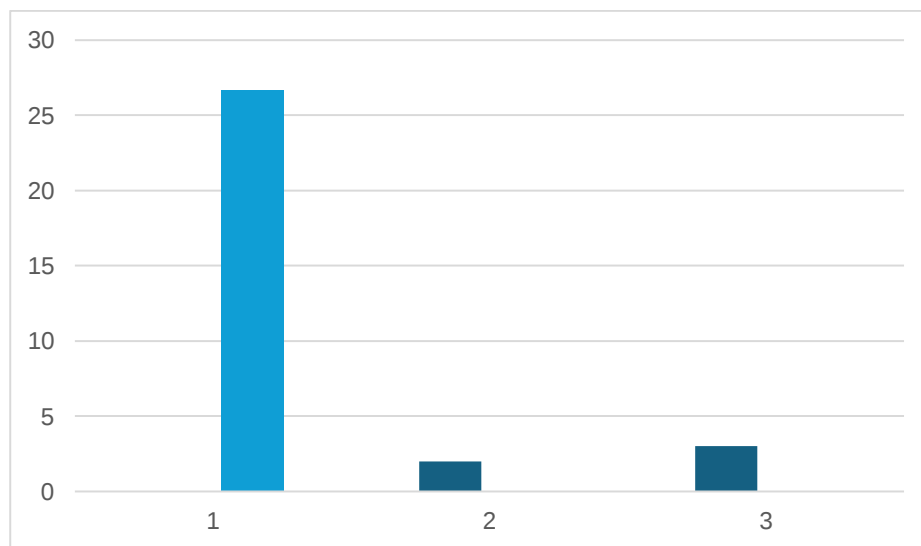


Рисунок 22 - Динамика индекса гигиены

Индекс воспаления РМА в группе 1 увеличился с $M = 30,8$ до $M = 34,6$ с динамикой +12,3%, в группе 2 снизился с $M = 35,8$ до $M = 33,3$ с динамикой -7,0%, в группе 3 уменьшился с $M = 37,6$ до $M = 32,7$ с динамикой -13,0% (Рисунок 23).

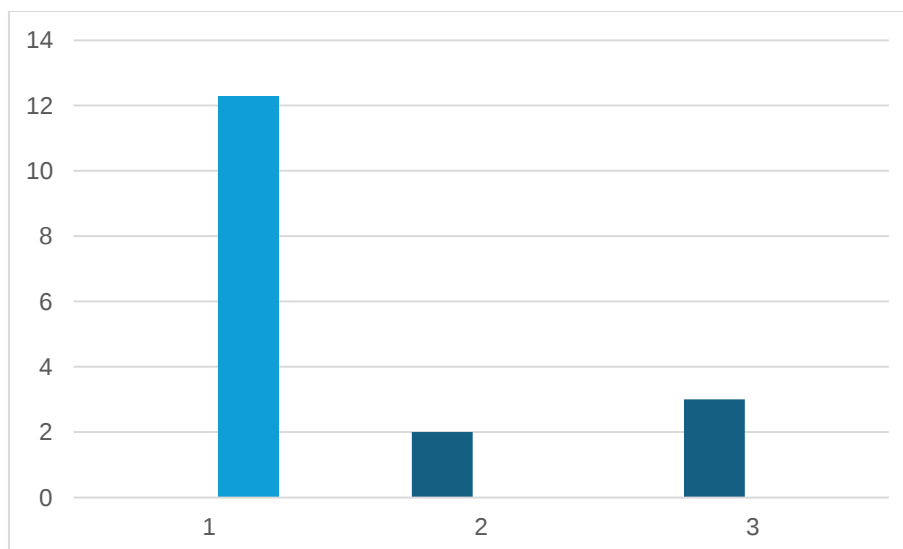


Рисунок 23 - Динамика индекса воспаления

Вариант ортодонтического лечения, применяющийся в Группе 1 не позволил предотвратить прогрессирования деминерализации, что сопровождалось, как минимум, ухудшением гигиенического статуса. Группа 2 продемонстрировала частичное улучшение, где было выявлено снижение показателей ТЭР, умеренное сокращение площади очагов деминерализации, а так же улучшение гигиены полости рта. При использовании варианта ортодонтической коррекции, применяемой в Группе 3, результаты показали максимальную положительную динамику, где статистически значимое выявило снижение площади очагов деминерализации, восстановление резистентности эмали, а также достижение хорошего уровня гигиены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, комплексный улучшенный алгоритм ортодонтического лечения продемонстрировал свою клиническую эффективность и жизнеспособность, поскольку повышает качество реабилитации пациентов с аномалиями положения отдельных зубов, ассоциированных с участками деминерализации эмали, как в ближайшем периоде, так и в отдаленной перспективе, что выражается в снижении риска возникновения побочных эффектов на этапе ортодонтической коррекции. Кроме того, лечебно-профилактическое воздействие на участки очаговой деминерализации эмали применяется в рамках ортодонтического лечения, что не удлиняет его сроки, не переводит в более тяжелые формы развитие сопутствующего заболевания, а также исключает фактор возникновения побочных эффектов. Проведенное клиническое исследование у пациентов с аномалиями положения отдельных зубов демонстрирует, что использование усовершенствованных элайнеров с дополнительным микрорезервуаром в его структуре, а так же с использование дополнительных алгоритмов гигиенической обработки полости рта и самих кап обеспечивает высокие эстетические результаты и оптимальный терапевтический эффект.

ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный анализ медицинской документации подтверждает высокую распространенность зубочелюстных аномалий во всех возрастных группах с преобладанием в возрасте 7-10 лет, где диагноз K07.3 является доминирующим. При этом, частота побочных явлений увеличивается пропорционально возрасту, но основной патологией остается кариес в стадии белого мелового пятна во всех возрастных группах.

2. Сопоставление спектральных характеристик романовской спектрометрии выявило существенные различия между интактной и деминерализованной эмалью. Интенсивность сигнала в деминерализованной эмали концентрировалась в более узком диапазоне по сравнению с интактной эмалью, что подтверждает наличие патологического процесса. Под воздействием реминерализующей терапии происходит сближение спектральных параметров деминерализованной эмали с показателями интактной на фоне положительной клинической динамики.

3. Исследование адгезивных свойств микрофлоры полости рта к конструкционным материалам для изготовления элайнеров выявило видовую специфичность микроорганизмов, которая зависит, во многом, от их физико-химических свойств. Материалом на основе полиуретантерефталата с оптимальными физико-механическими характеристиками и низким уровнем адгезии микробиома является «Zendura».

4. Способ изготовления персонифицированных элайнеров, основанный на использовании цифровых технологических подходов, позволяет адресно доставлять реминерализующие препараты в зону видимого патологического процесса на этапах ортодонтического лечения.

5. Предложенная методика профилактики побочных явлений при ортодонтическом лечении зубочелюстных аномалий усовершенствованными элайнерами способствует получению стабильных результатов ортодонтической коррекции, восстановлению участков деминерализации и снижению риска возникновения побочных явлений в структуре эмали.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При обращении пациентов с аномалиями положения отдельных зубов в сочетании с очаговой деминерализацией эмали к врачу-ортодонт необходимо использовать усовершенствованные элайнеры с дополнительными резервуарами для локального депонирования реминерализующего вещества в зоне поражения.

2. При возникновении очага поражения эмали в виде белого мелового пятна на этапе ортодонтического лечения с помощью элайнеров необходимо создание микрорезервуара в структуре капы над зоной поражения для реминерализации на фоне продолжения коррекции аномалий.

3. Для лечения аномалий положения отдельных зубов в сочетании с очаговой деминерализацией эмали необходимо использовать методику изготовления элайнеров описанную в Патенте № 2815154 от 11. 03. 2024 г.

4. При выборе материала и технологии изготовления элайнеров необходимо использовать материал на основе полиуретантерефталата для вакуумного термоформования фирмы «Zendura», ввиду его оптимальных адгезивных, химических и физико-механических свойств.

5. Для снижения риска возникновения побочных явлений при ортодонтическом лечении с помощью элайнеров необходимо использование разнонаправленных гигиенических мероприятий по разработанному нами алгоритму.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Проведенное исследование не исчерпывает всей глубины проблематики, связанной с аппаратным лечением аномалий положения отдельных зубов в сочетании с очаговой деминерализацией. На основании проведенной научно-исследовательской работы перспективным представляется дальнейшее изучение неинвазивных современных биомедицинских технологий в ортодонтии. Заслуживает внимание широкое внедрение и использование инновационных аддитивных технологий в ортодонтии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Адгезия микробиоты полости рта к конструкционным материалам для производства элайнеров / С. И. Гажва, **А. А. Филимонов**, Ю. Л. Денисова [и др.] // Клиническая стоматология. – 2026. – Т. 29, № 1. – С. 52–56.

2. Динамика распространенности зубочелюстных аномалий у детей и взрослых, особенности диагностики и лечения / С. И. Гажва, **А. А. Филимонов**, А. Г. Манукян [и др.] // Прикладные информационные аспекты медицины : электронный журнал. – 2025. – Т. 28, № 4. – С. 28–32.

3. Конструкционные особенности элайнеров для лечения аномалий положения отдельных зубов с признаками деминерализации / С. И. Гажва, **А. А. Филимонов**, Н. С. Краснокутская [и др.] // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. – 2026. – Т. 34, № 1. – С. 17–24.

4. Патент № 2815154 Российская Федерация, МПК А61С 7/08, А61М 31/00. Способ лечения зубочелюстных аномалий : № 2023115164 : заявл. 09.06.2023 : опубл. 11.03.2024 / **Филимонов А. А.**, Горбатов Р. О., Княщук Е. А., Абдулаев Н. А. ; заявитель Гажва С. И. – 17 с.

5. Экспериментальное обоснование использования фотополимерных смол в алгоритме цифрового изготовления элайнеров [Электронный ресурс] / С. И. Гажва, **А. А. Филимонов**, Д. А. Сергеев, А. Ю. Карташов // Медико-фармацевтический журнал «Пульс» : электронный журнал. – 2025. – Т. 27, № 10. – С. 19–24. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2025-27-10-19-24>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВО	- высшее образование
ГАП	- гидроксиапатит
ГОСТ	- государственный стандарт
ЗЧА	- зубочелюстная аномалия
ИГР-У	- упрощенный индекс гигиены полости рта
МЗ	- министерство здравоохранения России
ПИМУ	- Приволжский исследовательский медицинский университет
РФ	- Российская Федерация
ТЭР	- тест эмалевой резистентности
ФГБОУ ВО	- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
ФДПО	- факультет дополнительного профессионального образования
ЧЛХ	- челюстно-лицевая хирургия
М	- среднее арифметическое
РМА	- папиллярно-маргинальный индекс