

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.392.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2023 г.

О присуждении **Садырину Евгению Валерьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Характеризация свойств здоровых и патологически измененных твердых тканей зуба» по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия» принята к защите 11 октября 2023 года (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.2.392.09, созданным на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»), Минобрнауки РФ, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.04.2023 г. № 828/нк.

Соискатель Садырин Евгений Валерьевич, 3 января 1988 года рождения, в 2010 г. окончил ГОУ ВПО «Донской государственный технический университет» по специальности «Прикладная информатика в менеджменте», с присвоением квалификации «Информатик в менеджменте». В 2012 г. соискатель окончил магистратуру ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет» по направлению «Информационные системы» с присвоением степени магистра информационных систем. В 2016 г. окончил обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» по очной форме обучения по специальности 01.02.04 «Механика деформируемого твердого тела». С 2012 года по настоящее время соискатель работает в Донском государственном техническом университете, в настоящее время занимая должность старшего научного сотрудника лаборатории функционально-градиентных и композиционных материалов научно-образовательного центра «Материалы».

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре «Материалы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной технической университет».

Научный руководитель – **Айзикович Сергей Михайлович**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией функционально-градиентных и композиционных материалов, профессор кафедры «Теоретическая и прикладная механика», ФГБОУ ВО «Донской государственной технической университет»

Официальные оппоненты:

1. **Ватуляян Александр Ованесович**, Заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», заведующий кафедрой теории упругости,
2. **Лобода Ольга Сергеевна**, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», директор НОЦ «Биомеханика и медицинская инженерия»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (г. Казань) в своем положительном отзыве, подписанном Таюрским Дмитрием Альбертовичем, доктором физико-математических наук (01.04.11), профессором, проректором по научной деятельности, и составленном Бережным Дмитрием Валерьевичем, доктором физико-математических наук (01.02.04), доцентом, профессором кафедры теоретической механики института математики и механики им. Н.И. Лобачевского, и Саченковым Оскаром Александровичем, кандидатом физико-математических наук (01.02.04), доцентом, заведующим кафедрой компьютерной математики и информатики института математики и механики им. Н.И. Лобачевского, указала, что диссертационная работа Садырина Евгения Валерьевича является полноценной научно-квалификационной работой, в которой решен ряд задач, имеющих значение для развития биомеханики, изложены новые научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития стоматологической отрасли, соответствует паспорту специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия», удовлетворяет всем требованиям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Садырин Евгений Валерьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия».

По теме диссертации соискатель имеет 28 опубликованных работ, из них 14 в рецензируемых научных изданиях, входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus, (в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия», а также 3 статьи, выполненные без соавторов), 11 статей в сборниках конференций и тезисов докладов. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации составляет 12.06 п.л. (авторский вклад 5.34 п.л.). При участии соискателя получено также 3 патента на изобретения.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Sadyrin E., Swain M., Mitrin B., Rzhepakovsky I., Nikolaev A., Irkha V., Yogina D., Lyanguzov N., Maksyukov S., Aizikovich S. Characterization of enamel and dentine about a white spot lesion: mechanical properties, mineral density, microstructure and molecular composition //Nanomaterials. – 2020. – Т. 10. – №. 9. – С. 1889.

В настоящей работе были получены значения плотности минерализации, приведенного модуля Юнга, твердости индентирования и ползучести, а также изучен молекулярный состав и микроструктура эмали и дентина, подверженных кариесу в стадии белого пятна. Полученные результаты сравнивались со значениями для здоровой эмали и дентина. Выявлено снижение механических свойств и плотности обоих патологически измененных тканей, а также увеличение ползучести эмали в случае раннего кариеса. Обнаружены и описаны различия в молекулярном составе и микроструктуре поверхности (в окрестности отпечатков индентора). Результаты создают основу для будущих исследований эффективности минимально-инвазивных методов лечения кариеса.

2. Sadyrin E.V., Yogina D.V., Swain M.V., Maksyukov S.Y., Vasiliev A.S. Efficacy of dental materials in terms of apparent mineral density restoration: composite resin, glass ionomer cement and infiltrant //Composites Part C: Open Access. – 2021. – Т. 86. – С. 100192.

В настоящем исследовании предложен подход для оценки влияния стоматологического лечения на плотность минерализации патологических тканей зуба с использованием микротомографирования. Проведен сравнительный анализ значений плотности минерализации эмали и дентина, подверженных раннему кариесу, с плотностью тех же тканей, модифицированных двумя пломбировочными материалами и инфильтрантом. Проведено исследование микроструктуры пломб. Показана высокая эффективность предложенного подхода.

3. Zelentsov V. B., Sadyrin E. V., Mitrin B. I., Swain M. V. Mathematical tools for recovery of the load on the fissure according to the micro-CT results //Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. – 2023. – Т. 138. – С. 105625.

В работе предложена междисциплинарная методика, позволяющая на основании конгруэнтности области пониженной плотности минерализации эмали в окрестности вершины фиссуры зуба, определяемой посредством микротомографического анализа, и области её виртуального разрушения, определенной в ходе построения механико-математической модели эмали фиссуры, установить критическую величину силы прикуса, приводящую к деминерализации ткани. Определена степень влияния основных параметров фиссуры на геометрические характеристики области виртуального разрушения, такие как ее площадь и диаметры.

4. Садырин Е.В. Моделирование механизма снижения плотности минерализации эмали в окрестности вершины фиссуры //Российский журнал биомеханики. – 2023. – Т. 1.– С. 31-39.

В данной работе для определения степени концентрации механических напряжений в окрестности вершины фиссуры рассматривается задача о напряжённно-деформированном состоянии эмали в виде упругого клина, имитирующего фиссуру. Сила прикуса, воздействуя на пищу, расклинивает фиссуру и вызывает напряжённно-деформированное состояние в окрестности её вершины. Полученные формулы позволили оценить напряжённно-деформированное состояние в окрестности вершины фиссуры в зависимости от угла раствора фиссуры, диаметра пищи и относительной деформации боковой поверхности фиссуры.

5. Садырин Е. В., Ёгина Д. В., Васильев А. С., Айзикович С. М. Оценка влияния кариеса в стадии белого пятна на механические свойства эмали и дентина зуба человека //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Математика. Механика. Информатика. – 2022. – Т. 22. – №. 3. – С. 346-359.

В настоящей работе исследуется влияние раннего кариеса на механические свойства эмали и дентина зуба человека в окрестности дентиноэмалевой границы. Оптическая микроскопия позволила изучить форму области кариеса эмали на продольном подготовленном шлифе моляра человека. Оценка механических свойств каждой из областей, важных с практической точки зрения для стоматолога, проведена с использованием наноиндентирования, построены карты механических свойств для участка шлифа зуба, содержащего область патологической эмали, эмаль в ее окрестности, прилегающую дентиноэмалевую границу и дентин в ее окрестности.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 8 положительных отзывов: из Института прикладной математики ДВО РАН (г. Владивосток) от д.ф.-м.н.,

академика РАН, профессора Гузева М.А. (01.02.04); из Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси (г. Минск) от д.ф.-м.н., член-корреспондента НАН Беларуси Асташинского В.М. (01.04.08); из ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский Федеральный университет» (г. Ставрополь) от д.б.н., профессора Беляева Н.Г. (03.00.13); из Пермского национального исследовательского политехнического университета (г. Пермь) от д.т.н., профессора Селянинова А.А. (01.02.04); из ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (г. Краснодар) от д.ф.-м.н., профессора Глушкова Е.В. (01.02.04); из Санкт-Петербургского государственного университета (г. Санкт-Петербург) от к.ф.-м.н., доцента Воронковой Е.Б. (01.02.04); из ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород) от к.ф.-м.н., директора Научно-исследовательского института механики Белова А.А. (01.02.04); из ФГБОУ «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Ростов-на-Дону) от к.м.н., ассистента кафедры стоматологии №2 Максюковой Е.С. (3.1.7).

В отзывах имеются вопросы и замечания: а) На будущее представляет интерес исследования молекулярного состава не только эмали, но и дентина для различных стадий прогрессирования кариеса. б) Мелкий шрифт подписей ряда рисунков, некоторое количество опечаток и пунктуационных ошибок. Хотелось бы уточнить, какую методику дегидратации эмали и дентина использовал автор при пробоподготовке тканей к сканирующей электронной микроскопии? в) Для более углубленного изучения процессов, сопутствующих развитию деминерализации тканей зуба, рекомендуется в будущем дополнить результаты исследованиями биопленок на поверхности эмали с точки зрения их микробиома с использованием методов секвенирования и биоинформатического анализа. г) При исследовании механических свойств тканей зуба методом наноиндентирования использовался пирамидальный индентор. В дальнейших работах представляет интерес проведение исследования с использованием сферического индентора, что позволит провести максимально деликатное нагружение и избежать появления трещин на поверхности образца. д) Моделирование действия элемента пищи на фиссуру с помощью сосредоточенных сил является существенным упрощением модели. В дальнейших исследованиях было бы интересно рассмотреть распределенную нагрузку на боковые грани фиссуры. е) Для более подробной характеристики свойств тканей зуба, пораженных кариесом, представляется интересным изучить процесс растворения единичных кристаллов гидроксиапатита патологически изменённой эмали с использованием просвечивающей электронной микроскопии. ж) В качестве замечания следует отметить небольшой

список стоматологических материалов, для которых был произведён сравнительный анализ плотности при *ex vivo* лечении кариеса в стадии белого пятна.

На все высказанные замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в области биомеханики и биоинженерии, позволяющей оценить научную и практическую значимость диссертационной работы, широкой известностью и признанными достижениями среди специалистов. Выбор официальных оппонентов объясняется, кроме того, отсутствием совместных печатных работ с соискателем. Выбор ведущей организации обосновывается наличием в коллективе большого числа известных специалистов, работающих в направлениях, связанных с тематикой диссертации, а также отсутствием договорных отношений с соискателем. Выбор официальных оппонентов и ведущей организации удовлетворяет критериям, сформулированным в пп. 22 и 24 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые **разработана** комплексная биомеханическая методика, позволяющая на основании конгруэнтности области пониженной плотности минерализации эмали в окрестности вершины фиссуры зуба, определяемой посредством микротомографического анализа, и области её виртуального разрушения, определенной в ходе построения механико-математической модели эмали фиссуры в виде развёрнутого упругого клина, установить критическую величину силы прикуса, приводящую к деминерализации ткани в окрестности вершины фиссуры;
- на основании наноиндентирования, атомно-силовой, сканирующей электронной и оптической микроскопии, микротомографирования и рамановской спектроскопии тканей зуба **проведена** многофакторная характеристика свойств эмали и дентина на ранней стадии кариеса, а также впервые описаны особенности молекулярного состава патологически изменённой эмали данной стадии кариеса, что позволяет проводить *invivo* клиническую идентификацию кариеса в стадии белого пятна пациента;
- впервые **предложен** подход для проведения сравнительного анализа плотности стоматологических материалов для лечения кариеса в стадии белого пятна, включающий в себя сопоставление тканей зуба до и после стоматологического вмешательства в виде трёхмерных карт плотности, построенных с использованием микротомографирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована возможностью использования результатов диссертации для решения широкого спектра задач в области биомеханики тканей полости рта человека.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается:

- возможностью их применения для прогнозирования деминерализации и разрушения эмали зубов пациентов при профилактике синдрома треснувшего зуба, создания рекомендаций по конструированию искусственных зубных коронок и виниров, идентификации начальных признаков кариеса, оценки эффективности стоматологических материалов при лечении кариеса (в ходе разработки новых и тестировании существующих на рынке материалов);
- получением патентов на изобретения:
 - Устройство позиционирования калибровочного фантома при исследованиях микроструктуры биологических объектов (пат. 2731412 Рос. Федерация от 02.09.20).
 - Способ фиксации кадаверного цельного глазного яблока и его секционных фрагментов при рентгеновской компьютерной микро-и нанотомографии и устройство для его осуществления (пат. 2715926 Рос. Федерация от 04.03.20).
 - Устройство 3D визуализации деформационного состояния поверхности материала (пат. 2714515 Рос. Федерация от 18.02.20).
- внедрением результатов работы в практическую деятельность стоматологической клиники Макси-Дент (г. Ростов-на-Дону) и в учебную деятельность кафедры «Теоретическая и прикладная механика» Донского государственного технического университета, г. Ростов-на-Дону.

Основные результаты данной диссертационной работы получены в ходе выполнения грантов Правительства РФ (№ 14.Z50.31.0046), Российского Научного Фонда (№ 22-19-00732) и при поддержке стипендии Президента РФ (№ СП-3445.2021.4).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- корректность математической постановки задачи теории упругости и применение строгих математических методов;
- получение экспериментальных результатов согласно стандартам ГОСТ и ISO;
- соответствие результатов известным результатам других авторов, а также результатам медицинского контроля.

Личный вклад соискателя состоит в том, что им лично разработана методика, позволяющая по размерам области пониженной плотности минерализации установить критическую величину силы прикуса, приводящую к деминерализации ткани в окрестности вершины фиссуры зуба жевательной группы, выполнены биомеханические эксперименты, осуществлены визуализация и проведен анализ результатов этих экспериментов. В работах [1, 3, 6-9, 13-15, 19-21, 25-28 из списка работ, представленного в автореферате] автору принадлежат постановки задач, большая часть обзоров литературы и интерпретация результатов. Автором выполнена пробоподготовка образцов [1,2, 6-8, 14, 15, 18-20, 22-28], постановка и проведение следующих биомеханических экспериментов: микротомографирование [2, 5, 8, 13, 15, 16, 18, 19, 23-25, 27], наноиндентирование [1, 6, 8, 27-28], атомно-силовая микроскопия [2, 6, 7, 20], оптическая микроскопия [1, 6, 8, 9, 11, 14, 19-21, 25-28], сканирующая электронная микроскопия [6]. В работах [5, 10, 12, 16-18, 22-24] автору принадлежит часть обзора литературы по тематике диссертации. В работах [16, 17] автор выполнил пост-процессинг полученных в ходе биомеханических экспериментов изображений. Статьи [3, 4, 11] выполнены автором лично без соавторов. Тексты работ [1-4, 6-8, 11, 13-15, 19, 20, 25, 27, 28] подготовлены автором лично. В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования.

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в научно-исследовательских организациях, занимающихся биомеханикой тканей полости рта (Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН), в учебном процессе вузов, ведущих подготовку специалистов в области биомеханики (СГУ имени Н.Г. Чернышевского, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Южный федеральный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова), а также в практической деятельности стоматологических учреждений (Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Стоматологический центр НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова).

Содержание диссертации удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия».

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания и заданы вопросы: 1) Какое имеется принципиально отличие в Ваших расчетных схемах, методах, формулах, по сравнению с подходами других авторов, в том числе тех, кого

Вы упомянули в своём докладе? 2) Каково было количество зубов, для которых проводились механические испытания, и какие типы зубов вы рассматривали? 3) Вами была приведена ссылка на патент «Способ фиксации кадаверного цельного глазного яблока и его секционных фрагментов при рентгеновской компьютерной микро- и нанотомографии и устройство для его осуществления». Глазное яблоко отличается по механическим свойствам от зуба, как это повлияло на процесс исследования? 4) У Вас возникает красивая задача теории упругости с тремя особыми точками: одна точка – вершина клина, две другие – точки, где прикладывается расклинивающая нагрузка. Понятно, что Вас интересовал в первую очередь, размер области повышенных напряжений в окрестности вершины фиссуры. Всегда ли в неё попадали две другие точки? 5) Какова перспектива применения полученных Вами результатов практикующим врачом? 6) Каковы возможности определения патологического процесса *in situ* у пациента в ротовой полости на приеме у стоматолога? 7) Поясните значение термина «фиссура». 8) Как минерализация связана с органикой? 9) Может ли врач определить такую патологию, как кариес в стадии белого пятна визуально. Требуется ли дополнительные приемы для этого, например, чистка или травление? 10) В чем изюминка Вашей работы? Это не прозвучало, пожалуйста, осветите этот момент. 11) Методика исследования процесса расклинивания фиссуры никем больше не применялась? Чем Ваша методика лучше параллельных методик? На что опираются методики других исследователей? 12) Проводилась ли верификация Вашей модели сравнением с работами других авторов. 13) Вы как-то увязывали ваши исследования по рамановской или спектроскопии комбинационного рассеивания с деминерализацией объекта и с его механическими свойствами? 14) Поясните, что представляет собой калибровочный фантом, который Вы упоминали? 15) Как определялась степень влияния кислотного травления эмали на плотность минерализации эмали зуба?

Соискатель Садырин Е.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и дал необходимые пояснения: 1) Основное отличие предложенной методики и её новизна заключаются в её теоретико-экспериментальном характере. Она позволяет восстановить силу, которая приводит к снижению плотности минерализации ткани в окрестности вершины фиссуры, по результатам микротомографирования и с использованием математических инструментов, которые предполагают построение областей виртуального разрушения эмали. 2) Использовался набор моляров и премоляров, отобранных практикующих врачом, каждый из которых предварительно исследовался с использованием микротомографа и калибровочного фантома. Из них затем выбиралась серия со схожими параметрами минерализации тканей зуба, как здоровых, так и патологически измененных. Такой подход позволил уверенно сопоставлять между собой, в частности, результаты применения стоматологических

материалов (в данном случае, серия состояла из шести образцов). 3) Упомянутое устройство успешно применяется в моей практике как для секционных фрагментов глаза, так и для зубов. Оно представляет собой запечатанную пробирку, в которой фиксируется образец, а сверху подводится калибровочный фантом. 4) Такая ситуация для некоторых фиссур характерна, но при этом возникает не всегда. 5) Практикующий стоматолог на основании рентгеновского снимка или результатов медицинской компьютерной томографии по геометрическим размерам фиссуры сможет сделать прогноз о том, как при типичной силе прикуса в вершине данной фиссуры разовьется область снижения плотности и, в дальнейшем, область деминерализации. Так врач сможет сделать прогноз, нужно ли проводить пломбирование фиссуры или нет. 6) При текущих возможностях компьютерной томографии, подобная операция возможна для достаточно больших фиссур. С развитием технологий будет постепенно увеличиваться разрешающая способность медицинских аппаратов, и со временем подобный прогноз станет доступнее для малых фиссур. 7) Фиссура представляет собой геометрический элемент моляра и премоляра, чаще всего имеет V-образную форму, хотя также встречаются фиссуры в форме песочных часов и со сферическим закруглением в вершине. 8) Кариес в стадии белого пятна возникает при частичном растворении кристаллов гидроксиапатита ввиду действия кислоты, продуцируемой кариесогенными бактериями, и может локализоваться не только в фиссурах, но и на других участках зуба, в том числе в межзубных промежутках. 9) Кариес в стадии белого пятна можно определить при высушивании ткани либо применении специальных препаратов, помогающих визуализировать данную область в более сложных случаях. Сложнее определять подобные патологические изменения на медиальных поверхностях между зубами – в данных случаях требуются рентгеновские методы. 10) Основная изюминка первой главы заключается в разработке новой междисциплинарной методики, позволяющей по размерам области пониженной плотности минерализации установить критическую величину силы прикуса, приводящую к деминерализации ткани. Во второй главе впервые была дана многофакторная характеристика свойств тканей зуба, подверженных ранней стадии кариеса, собран своеобразный «атлас» свойств тканей. В третьей главе описывается новый подход для проведения сравнительного анализа плотности стоматологических материалов. 11) Данная методика применена впервые. Она лучше параллельных методик тем, что в рамках неё математический инструментариум опирается на результаты микротомографирования. Другие исследователи, преимущественно, имитируют воздействие пищи на фиссуру с использованием численных инструментов. 12) Проводилось сравнение результатов математического моделирования с результатами других авторов, в частности, команды профессора Майкла В. Свэйна, которые долгое время занимаются проблематикой

исследования концентраторов напряжений на окклюзионной поверхности зубов с использованием метода конечных элементов. Также в каждой главе после описания результатов давалось их обсуждение с сопоставлением с результатами других авторов.

13) Фиксировались изменения наиболее интенсивной полосы комбинационного рассеяния для эмали с изменением механических свойств. Со снижением механических свойств наблюдаются такие изменения для данной полосы как ее сдвиг в сторону более высокого волнового числа, а также изменение ее полной ширины на полувысоте. Эти наблюдения были повторяемыми, также был обнаружен для патологически измененной эмали небольшой пик, который соответствует соединению амидной группы. 14) Калибровочный фантом использовался для преобразования градаций серого в количественные значения плотности минерализации. Представлял собой эталонный материал, состоящий из 4-х склеенных параллелепипедов разной плотности. Один из них имел плотность ниже плотности дентина, представлял собой полимер ПЭТ, затем параллелепипед из магниевового сплава, затем алюминиевый сплав с нарастающей плотностью и максимальной плотностью, превышающей плотность эмали (природный минерал). У каждого параллелепипеда стачивались грани перед склеиванием для уменьшения артефактов. Фантом располагался над исследуемой областью. 15) После применения комплекта «Icon» лечащим врачом согласно протоколу производителя.

На заседании 26 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Садырину Е.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия» за весомый вклад в развитие методов исследования твердых тканей зуба с позиции биомеханики и биоинженерии.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек (10 человек находились в месте проведения заседания, 4 человек участвовали в заседании совета в удаленном интерактивном режиме), из них 13 докторов наук по специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия», участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета: проголосовал: за – 14, против – **НЕТ**, воздержавшихся – **НЕТ**.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

26 декабря 2023 г.


Коссович Леонид Юрьевич
Крылова Екатерина Юрьевна