



Сравнительная оценка эффективности имплантационных герметиков (экспериментальное исследование)

Ю.В. Паршин^{1*}, В.Н. Трезубов¹, К.Н. Семёнов¹, А.М. Алексеев², Т.И. Исаев¹, В.Э. Булаков¹

¹Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²ООО «Мобатайм Системс», Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Многолетний опыт имплантационного протезирования доказал его эффективность и востребованность при лечении пациентов с частичной и полной потерей зубов. Одним из пусковых механизмов поздних осложнений, сокращающих сроки функционирования имплантатов, является нарушение герметичности в узле соединения имплантата и опорной головки. Герметизация узла имплантационного соединения является одним из способов профилактики описанного типа осложнений, что может устранить имеющийся технологический зазор. **Материалы и методы.** В статье проводится сравнение герметизирующей способности двух препаратов после испытания на сжатие при циклической нагрузке. Для сравнения использовали наиболее распространенные в российской стоматологии имплантационные герметики «Силдент» (образец 1) и зарубежный аналог Garseal (образец 2). Оценку механической устойчивости имплантата и соединения при циклической нагрузке проверяли на сервогидравлической испытательной машине. Каждый образец нагружали один раз с частотой 25Гц, 130-380 Н за период 240 000 циклов, что соответствует пережевыванию пищи в течение одного года. Герметичность оценивалась флуоресцентной пенетрацией 10% раствор красителя Уранин А (флуоресцеин натрия). Анализ концентрации Уранина А проводился на спектрофотометре. **Результаты.** Проведенный эксперимент выявил выраженные различия в кинетике высвобождения флуоресцеина у исследуемых образцов. Концентрация красителя в образце 1 через 1 час экспозиции оказалась в 6,5 раза выше, через 12 часов – в 3,4 раза, через 24 часа – в 6 раз, через 48 часов – в 4 раза, а через 312 часов почти в 5 раз выше, чем концентрация красителя в образце 2. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о принципиально разных механизмах контроля высвобождения и являются основанием для проведения дальнейших исследований с увеличением числа повторов для статистической верификации выводов.

Ключевые слова: имплантат, герметичность, имплантационное соединение, герметик, краситель.

Для цитирования: Паршин ЮВ, Трезубов ВН, Семёнов КН, Алексеев АМ, Исаев ТИ, Булаков ВЭ. Сравнительная оценка эффективности имплантационных герметиков (экспериментальное исследование). *Пародонтология*. 2025;30(4):000-000. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1158>

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Паршин Юрий Валерьевич, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, 197000, ул. Льва Толстого, д. 6-8, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. Для переписки: y.v.parshin@yandex.ru

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов

Благодарности: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют

Comparative evaluation of the sealing performance of implant sealants: an experimental study

Yu.V. Parshin^{1*}, V.N. Trezubov¹, K.N. Semenov¹, A.M. Alekseev², T.I. Isaev¹, V.E. Bulaev¹

¹Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

²Mobatime Systems LLC, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Long-term clinical experience with implant-supported prosthetic treatment has confirmed its effectiveness in the rehabilitation of patients with partial or complete tooth loss. One of the key factors contributing

to late implant complications and reduced implant service life is microleakage at the implant–abutment interface. Sealing of the implant connection has therefore been proposed as a preventive measure aimed at eliminating the technical microgap at the interface. **Materials and methods.** The sealing performance of two implant sealants was evaluated after cyclic compressive fatigue loading. The study compared a sealant commonly used in Russia, Sildent (sample 1), with its foreign analogue, Gapseal (sample 2). The mechanical stability of the implant–abutment assemblies under cyclic loading was tested using a servohydraulic testing machine. Each assembly was loaded once at a frequency of 25 Hz with forces ranging from 130 to 380 N for 240,000 cycles, simulating approximately one year of mastication. Sealing ability was assessed using a fluorescent dye penetration assay with a 10% sodium fluorescein (Uranin A) solution. Fluorescein concentration was measured spectrophotometrically. **Results.** Marked differences in fluorescein release kinetics were observed between the tested samples. In sample 1, dye concentration was 6.5-fold higher after 1 h of exposure, 3.4-fold higher after 12 h, 6-fold higher after 24 h, 4-fold higher after 48 h, and approximately fivefold higher after 312 h compared with sample 2. **Conclusion.** The results suggest different mechanisms controlling dye release in the evaluated sealants and support the need for further studies with an increased number of repetitions to confirm the findings statistically.

Keywords: dental implant, sealing ability, implant–abutment interface, sealant, dye penetration

For citation: Parshin Yu.V., Trezubov V.N., Semenov K.N., Alekseev A.M., Isaev T.I., Bulaev V.E. Comparative evaluation of the sealing performance of implant sealants: an experimental study. *Parodontologiya*. 2025;30(4):000-000. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1158>

***Corresponding author:** Yuri V. Parshin, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, 6 Lev Tolstoy Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 197022. For correspondence: y.v.parshin@yandex.ru

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests

Acknowledgments: The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

ВВЕДЕНИЕ

Многолетний опыт имплантационного протезирования доказал его эффективность и востребованность при лечении пациентов с частичной и полной потерей зубов. Несмотря на то что высокий уровень успеха остеоинтеграции у зубных имплантатов стал общепринятой клинической действительностью, существенной проблемой, ограничивающей долговечность зубных имплантатов, являются поздние осложнения [1, 2, 4, 5, 10–12]. Ключевым патогенетическим звеном данных осложнений считается нарушение герметичности в области соединения имплантата и опорной головки [4, 9].

Стандартная функциональная нагрузка имплантата с имплантационной головкой приводит к увеличению до 6 раз микрозазора между ними (с 2 до 12 мкм) [7]. Во время жевания микрощель, возникающая в месте узла имплантационного соединения, создает насосный эффект, который приводит к движению десневой жидкости, содержащей бактерии или их эндотоксины, в область периимплантной борозды [9, 20].

Соединение «имплантат – опорная головка» остается уязвимым местом: неизбежный технологический микрозазор между ними является путем для двунаправленного движения бактерий, что потенциально приводит к инфицированию внутренних структур и контаминации периимплантатных тканей. Несмотря на применение современных технологий обработки металла, между имплантатом и его головкой сохраняется микрозазор величиной от 2 до 5 мкм [15]. Схожие результаты были получены с помощью сканирующей электронной микроскопии

(СЭМ) – анализе, который выявил меньшие микрозазоры в опорных головках из диоксида циркония – 0,12–6,57 мкм; за которыми следуют головки из кобальтохромового сплава (КХС) – 0,69–8,39 мкм, спеченные из КХС – 7,31–25,7 мкм и литые из КХС – 1,68–85,97 мкм [21].

В другом исследовании была выявлена большая величина технологического зазора на уровне платформы имплантата в разных имплантационных системах, которая находилась в диапазоне от 5 до 11,7 мкм. При этом установлено, что индивидуальные опорные головки, изготовленные в различных зуботехнических лабораториях, не имели статистически значимых отличий от стандартных по величине микрозазора (максимальное расхождение до 1,5 мкм) [7].

Размеры микроорганизмов ротовой полости варьируются в диапазоне 0,5–2 мкм [5, 6], в то время как размеры эндотоксинов существенно меньше и составляют порядка 0,1 мкм [18]. Благоприятные условия внутри зубного имплантата, включающие температуру 37°, постоянную влажность и отсутствие кислорода, способствуют активной инкубации этой микрофлоры. Данный фактор приобретает особое значение в связи с тем, что основную массу патогенных и условно-патогенных бактерий полости составляют анаэробы [15].

Одним из способов профилактики описанного типа осложнений является герметизация узла имплантационного соединения, что может устранить имеющийся технологический зазор.

Цель исследования: сравнить герметизирующую способность двух препаратов после испытания на сжатие при циклической нагрузке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для сравнения использовали наиболее распространенные в российской стоматологии имплантационные герметики Garseal (производитель Hager Werken, ФРГ) и отечественный аналог «Силдент» (производитель «ВладМива», РФ). Готовятся они на основе высоковязкой силиконовой матрицы, а действующим веществом является тимол, который обладает антимикробным действием. Эффективность каждого из представленных изолирующих материалов подробно описана в специальной литературе [4, 8, 13, 14].

Для оценки герметичности имплантационного соединения при циклических нагрузках проводили динамическое испытание имплантатов. Для этого использовали комбинацию двух известных стандартов: ISO 14801 (Dental implants – Dynamic loading test for endosseous dental implants), для оценки механической устойчивости имплантата и соединения при циклической нагрузке. Для обнаружения микротрещин и дефектов на поверхности медицинских изделий с помощью флуоресцентных красителей применяли флюоресцентную пенетрацию ASTM E1242 (Standard Practice for Using Fluorescent Penetrant Testing for Detecting Discontinuities in Medical Devices).

В процессе исследования искусственная коронка, полученная методом фрезерования из кобальтхромового сплава, была фиксирована винтом к аналогу имплантата Straumann BLT, RC 4.1 с помощью рекомендованного усилия 35Н/см. Имплантационные коронки были созданы методом компьютерного моделирования и фрезерования (CAD-CAM) неслучайно. Доказано, что в отличие от оригинальных компонентов, полученных на заводе производителя имплантатов, фрезерованные имеют самые высокие показатели микродвижений посадочной части имплантационной коронки при функциональной нагрузке [16], что создавало в нашем случае наиболее показательные условия для проверки герметичности имплантационного соединения.

Было создано три образца имплантационных протезов (рис. 1): 1 – с герметиком «Силдент», 2 – с герметиком Garseal, 3 – без герметика (контрольный образец).

Согласно ГОСТ Р ИСО 14801-2012 получена модель для фиксации имплантата из стали Ст-3 (рис. 2, 3).

Аналог имплантата фиксировали с помощью эпоксидной смолы. Приготовленный 10% раствор красителя Уранин А (флуоресцеин натрия), плотностью 1,021 г/мл (рис. 4, 5) в объеме 4 мкл помещали в фиксирующий канал («шахту») каждого аналога имплантата с помощью специального дозатора (рис. 6).

Объем красителя был подобран в соответствии с исследованием [17], в котором определялся объем

жидкости, который может разместиться внутри канала шахты имплантата. Герметик наносили канюлей на посадочную часть коронки, погружаемую в имплантат. В тисках проводили закручивание винта с усилием 35 Н/см (рекомендованным производителем). Шахту закрывали расплавленным базисным воском (рис. 7).

Циклическую нагрузку проверяли на испытательной машине Instron 8801 (серийный номер L1576, проверен ФБУ «ТЕСТ-С.-ПЕТЕРБУРГ» номер свидетельства С-СП\27-02-2025\413101194) (рис. 8). Каждый образец нагружали один раз с частотой 25 Гц, 130-380 Н за период 240 000 циклов, что соответствует пережевыванию пищи в течение одного года [19] (рис. 9, 10).

Только соблюдение всех стандартов и ГОСТов позволяет провести исследование точно и воспроизводимо. К примеру, при проведении тестового испытания приложение силы под неправильным углом привело к полному разрушению тестового образца (рис. 11), что подтвердило необходимость соблюдения всех принципов ГОСТ ISO 14801.

После динамического испытания образцы были извлечены из моделей для фиксации и погружены в пробирку с 5 мл дистиллированной воды сразу после испытания (рис. 12).

Пробы для спектрофотометрии отбирались от каждого образца через 1 час, 12 часов, 24 часа, 48 часов и 312 часов, объемом по 0,5 мл (рис. 13).

Анализ концентрации Уранина А проводился на спектрофотометре (спектральный диапазон 190-1100 нм) (рис. 14). Также осуществлялась фотофиксация образцов в ультрафиолетовой камере сразу после погружения в дистиллированную воду и через 12 часов (рис. 15). Использование флюоресцирующего красителя позволяет визуально определить нарушение герметичности соединения, а спектрофотометрия дает возможность получить количественные показатели, что особенно важно при сравнении различных концентраций.

Силовые испытания проводились в лаборатории ООО «ИЦ КСМ»¹. Результаты спектрофотометрии оценивали на кафедре общей и биоорганической химии ПСПбГМУ имени И. П. Павлова².

РЕЗУЛЬТАТЫ

Графики (рис. 16-18) отражают весь цикл динамической нагрузки на сжатие. Все три образца успешно прошли испытание, диапазон нагрузки на сжатие составил от 130 до 380 Н. Появление зубцов на графике (рис. 18) связано с незначительным колебанием образца в модели для фиксации, что не мешало проведению полноценного испытания с выбранным диапазоном нагрузки.

¹Директор испытательного центра конструкционных и строительных материалов – И. К. Цэндин.

²Заведующий кафедрой – д. х. н., проф. К. Н. Семёнов



Рис. 1. Образцы 1, 2, 3
(пояснения в тексте)

(источник:

составлено авторами)

Fig. 1. Samples 1, 2, and 3
(explanations in the text)

(Sources: compiled
by the author)

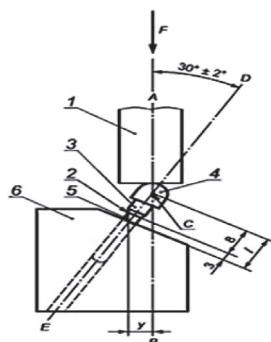


Рис. 2. Схема настройки установок испытания:

1 – устройство для прикладывания нагрузки;

2 – номинальный уровень кости; 3 – соединительный

компонент; 4 – полусферический нагружаемый элемент;

5 – тело стоматологического имплантата;

6 – держатель образца (источник: составлено авторами)

Fig. 2. Schematic representation of the experimental
setup: 1 – loading device; 2 – reference bone level;

3 – abutment connection; 4 – hemispherical loading head;

5 – dental implant body; 6 – sample holder

(Sources: compiled by the author)



Рис. 3. Образцы установлены
в модели для фиксации

(источник:

составлено авторами)

Fig. 3. Samples mounted
in the fixation model

(Sources: compiled
by the author)

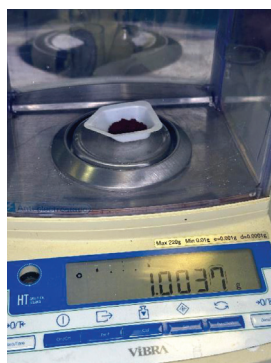


Рис. 4. Приготовление
раствора красителя

(источник: составлено авторами)

Fig. 4. Preparation
of the dye solution

(Sources: compiled by the author)

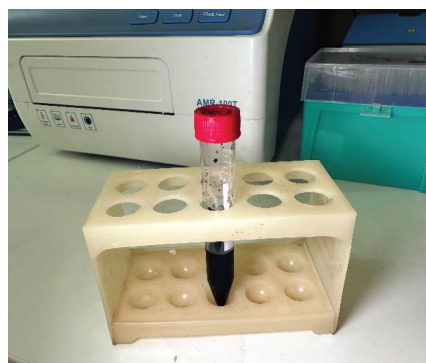


Рис. 5. Готовый раствор Уранин А
(флуоресцеин Na)

(источник: составлено авторами)

Fig. 5. Prepared solution
of Urantin A (sodium fluorescein)

(Sources: compiled by the author)



Рис. 6. Внесение красителя
в шахту имплантационного аналога
(источник: составлено авторами)

Fig. 6. Introduction of the dye
into the implant analogue cavity
(Sources: compiled by the author)



Рис. 7. Имплантационная шахта
залита воском

(источник: составлено авторами)

Fig. 7. Screw access channel
sealed with wax

(Sources: compiled by the author)



Рис. 8. Испытательная
сервогидравлическая машина

(источник: составлено авторами)

Fig. 8. Servohydraulic testing
machine used in the study

(Sources: compiled by the author)



Рис. 9. Модель с образцом фиксирована
в испытательной машине

(источник: составлено авторами)

Fig. 9. Sample model fixed
in the testing machine

(Sources: compiled by the author)



Рис. 10. Проведение динамической нагрузки на сжатие (источник: составлено авторами)

Fig. 10. Application of cyclic compressive loading (Sources: compiled by the author)



Рис. 11. Разрушение тестового образца (источник: составлено авторами)

Fig. 11. Failure of the test specimen (Sources: compiled by the author)

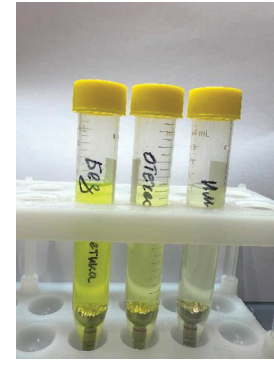


Рис. 12. Образцы погружены в пробирку с дистиллированной водой (источник: составлено авторами)

Fig. 12. Samples immersed in test tubes with distilled water (Sources: compiled by the author)

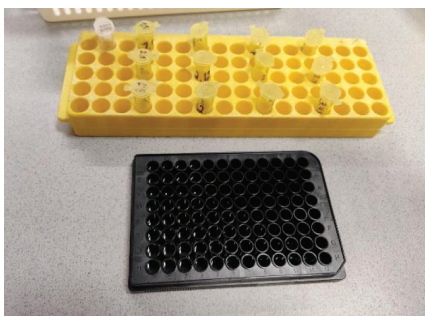


Рис. 13. Подготовленные пробы для спектрофотометра (источник: составлено авторами)

Fig. 13. Prepared samples for spectrophotometric analysis (Sources: compiled by the author)



Рис. 14. Спектрофотометр (источник: составлено авторами)

Fig. 14. Spectrophotometer (Sources: compiled by the author)



Рис. 15. Ультрафиолетовая камера (источник: составлено авторами)

Fig. 15. Ultraviolet (UV) chamber (Sources: compiled by the author)

Первое погружение испытанных образцов в дистиллированную воду продемонстрировало в УФ-камере у образца 3 утечку красителя в виде характерного флуоресцирующего свечения (рис. 19). У образцов 1 и 2 флуоресценция не наблюдалась (рис. 20, 21). Через 12 часов экспозиции образцов в дистиллированной воде было определено свечение всех трех образцов при воздействии УФ-излучения. Невооруженным глазом видна разница концентраций в пробирках с образцами 1-3 (рис. 22).

Результаты спектрофотометрии занесены в таблицу 1 и представлены графически. Все три образца демонстрируют монотонное увеличение концентрации флуоресцеина со временем, что свидетельствует о непрерывном процессе высвобождения красителя (рис. 23). Полученные данные позволяют предположить, что герметик в образце 2 более эффективно контролирует высвобождение Уранина А.

Концентрация красителя в образце 1 через 1 час экспозиции оказалась в 6,5 раза выше, через 12 часов – в 3,4 раза, через 24 часа – в 6 раз, через 48 часов – в 4 раза, а через 312 часов почти в 5 раз выше, чем концентрация красителя в образце 2. Кинети-

ческие кривые высвобождения образца 1 и образца 3 демонстрируют сходную динамику, о чем свидетельствуют их фактически параллельные профили на большей части временного интервала.

По результатам проведенного исследования наибольшая разница по высвобожденной концентрации между герметиками наблюдалась через 24 часа экспозиции образцов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Знание об эффективности герметиков, используемых в имплантологии, является приоритетным для предупреждения поздних осложнений имплантационного протезирования. Комбинация двух существующих стандартов (ISO 14801 и ASTM E1242) привело к появлению нового метода оценки герметичности имплантационного соединения. Это позволяет по-новому взглянуть на данную проблему. Использование таких критериев дало возможность более высоко оценить качество герметика Gapseal (ФРГ) в сравнении с герметиком «Силдент» (РФ), что расходится с результатами более ранних публика-

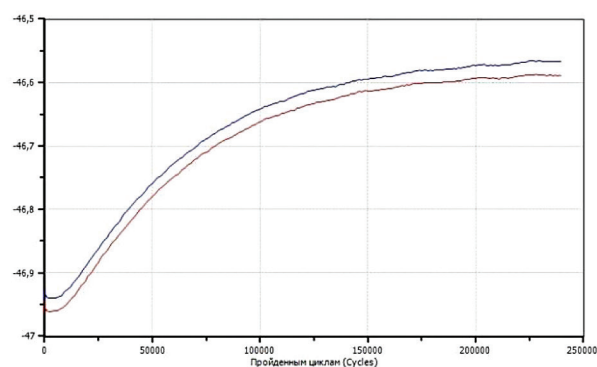


Рис. 16. График испытания образца 1 (источник: составлено авторами)

Fig. 16. Loading curve for sample 1 (Sources: compiled by the author)

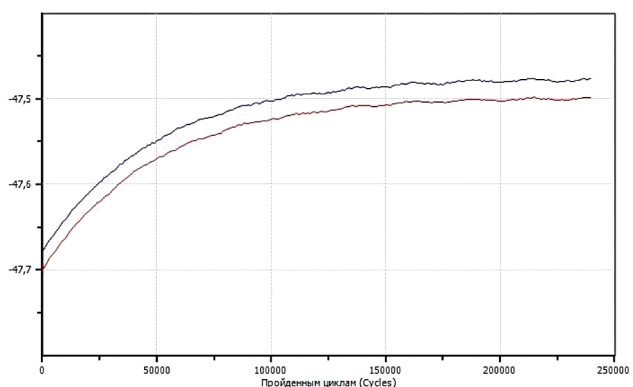
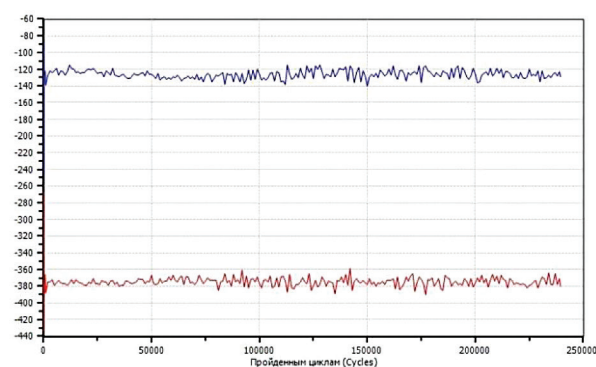


Рис. 17. График испытания образца 2 (источник: составлено авторами)

Fig. 17. Loading curve for sample 2 (Sources: compiled by the author)

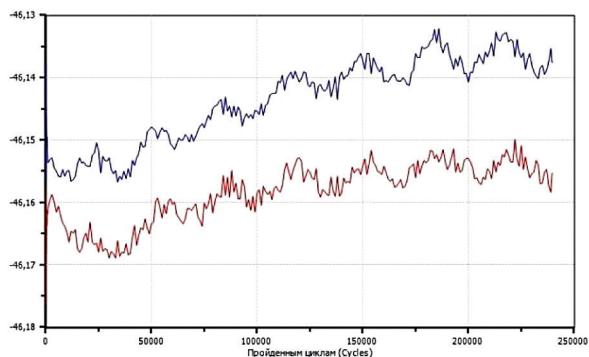
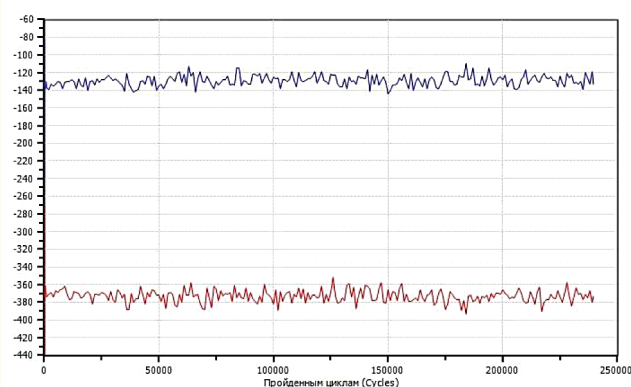
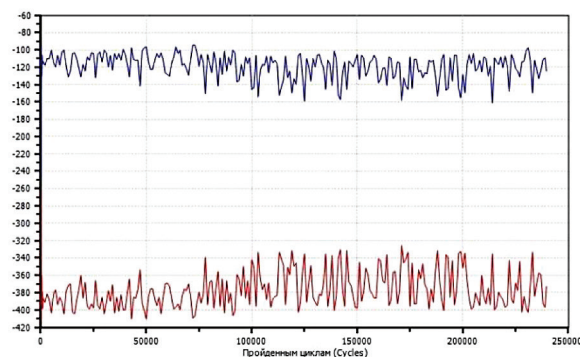


Рис. 18. График испытания образца 3 (источник: составлено авторами)

Fig. 18. Loading curve for sample 3 (Sources: compiled by the author)



ций [14]. Предположительно, отсутствие циклической нагрузки на сжатие тогда исказило реальную картину эксперимента.

Во время проведения эксперимента было также отмечено, что вязкость у отечественного препарата значительно ниже, чем у зарубежного, что могло, на наш взгляд, способствовать снижению степени герметизации микрозазора. При этом влияние вязкости силиконового геля на сохранение долговечности герметичности еще требуется доказать.

Важно обратить внимание, что раствор Уранина А (флуоресцеин), использованный в эксперименте, можно рекомендовать для использования оценки герметичности имплантационного соединения в

зуботехнической лаборатории при технологии имплантационных протезов.

Таким образом, проведенный эксперимент выявил выраженные различия в кинетике высвобождения флуоресцеина у исследуемых образцов. Наблюдается значительная (по величине) разница эффективности барьерных свойств. Так, концентрация у образца 2 на протяжении всего опыта была в несколько раз ниже, чем у образцов 1 и 3. Полученные результаты свидетельствуют о принципиально разных механизмах контроля высвобождения и являются основанием для проведения дальнейших исследований с увеличением числа повторов для статистической верификации выводов.

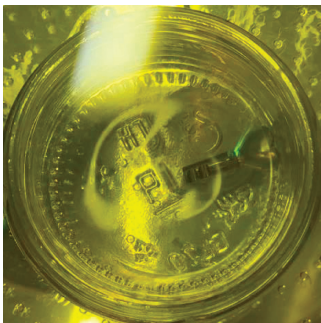


Рис. 19. Флюоресцирующее свечение контрольного образца 3
(источник: составлено авторами)
Fig. 19. Fluorescence of the control sample (sample 3)
(Sources: compiled by the author)

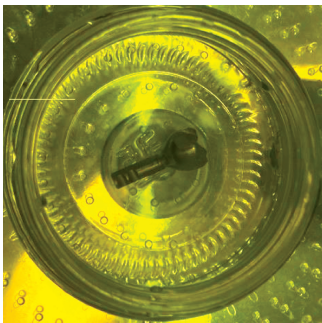


Рис. 20. Утечка красителя у образца 1 не наблюдается
(источник: составлено авторами)
Fig. 20. Absence of dye leakage in sample 1
(Sources: compiled by the author)



Рис. 21. Утечка красителя у образца 2 не наблюдается
(источник: составлено авторами)
Fig. 21. Absence of dye leakage in sample 2
(Sources: compiled by the author)

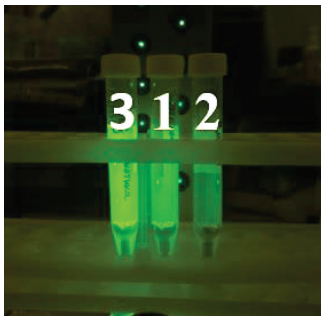


Рис. 22. Флюоресценция пробирок в УФ-камере образцов 1-3
(источник: составлено авторами)
Fig. 22. Fluorescence of test tubes containing samples 1-3 in the UV chamber
(Sources: compiled by the author)

Таблица 1. Значения высвобожденной концентрации флуоресцеина (источник: составлено авторами)
Table 1. Released fluorescein concentration (Sources: compiled by the author)

Время, ч Time, h	Концентрация флуоресцеина, нМ / Fluorescein concentration, nM				
	1	12	24	48	312
Образец 1 (отечественный герметик) Sample 1 (locally manufactured sealant)	6,24	8,16	16,2	19,80	38,40
Образец 2 (зарубежный герметик) Sample 2 (imported sealant)	0,96	2,4	2,72	4,96	7,84
Образец 3 (без герметика) Sample 3 (no sealant)	6,88	17,76	20,64	22,88	41,76

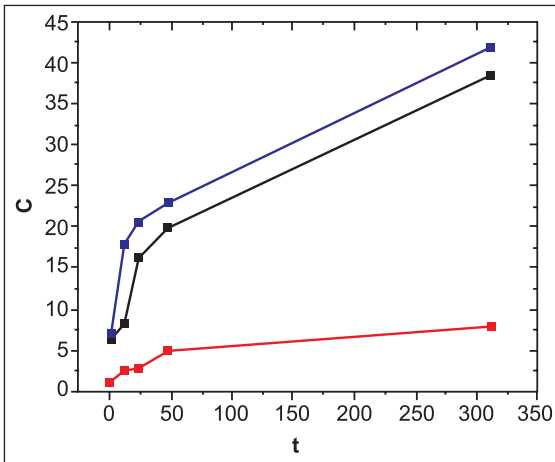


Рис. 23.
Графики высвобождения концентрации флуоресцеина
(источник: составлено авторами)
Fig. 23.
Fluorescein release profiles
(Sources: compiled by the author)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показана целесообразность использования имплантационного герметика в соединительном узле имплантата с опорной головкой, при протезировании имплантационными коронками, получаемыми методом компьютерного моделирования и фрезерования (CAD-CAM). Установлены существенные различия в степени герметичности имплантационного соединения при использовании исследуемых препара-

тов. Раствор Уранина А (флуоресцеин) можно использовать для оценки герметичности имплантационного соединения в зуботехнической лаборатории при технологии имплантационных протезов. Спектрофотометрический анализ с предварительным циклическим испытанием образца на сжатие можно считать высокоточным методом оценки герметичности имплантационного соединения. Существует необходимость продолжения работы по усовершенствованию отечественного препарата-герметика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадрак ЕЮ, Яковлев АТ, Михальченко ДВ, Михальченко АВ, Ярыгина ЕН. Клиническое обоснование применения метода герметизации внутреннего интерфейса имплантата. *Клиническая стоматология*. 2016;(3):46-49. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26644603>
2. Ерошин ВА, Арутюнов СД, Арутюнов АС, Уна-нян ВЕ, Бойко АВ. Подвижность дентальных имплантатов: приборы и методы диагностики. *Российский журнал биомеханики*. 2009;13(2):34-48. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12380166>
3. Зекий АО. Анализ маркеров воспаления и остеорезорбции в ротовой жидкости для оценки адаптации к дентальным имплантатам. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2015;12(4):63-66. Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com/1994-9480/article/view/118896>
4. Зекий АО, Зекий ОЕ. Патогенная микрофлора и состояние периимплантационных тканей у пациентов с несъемными ортопедическими конструкциями с опорой на внутрикостные имплантаты при использовании герметизирующей силиконовой матрицы. *Институт стоматологии*. 2018;(1):37-39. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34964783>
5. Иванов СЮ, Солодкая ДВ, Козловский ВС, Солодкий ВГ, Мураев АА. Исследование герметичности конструкции имплантат-абатмент-винт крепления систем имплантатов ЛИКО, ЛИКО-М И НАНО-ЛИКО. *Современные проблемы науки и образования*. 2012;(6):222. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23220557>
6. Крамарь ВО, Климова ТН, Крамарь ВС, Пестов АЮ, Четвертнова ГА. Роль бактериолактаии в формировании микроэкосистемы полости рта. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2012; (2): 75-77. Режим доступа: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=2124>
7. Мартынов ДВ, Саламов МЯ, Олесова ВН, Лосев ФФ, Иванов АС, Заславский РС, Морозов ДИ. Сравнение прецизионности стандартных и индивидуальных титановых абатментов. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2020;(3-4):4-11. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46305975>
8. Музычина АА, Баркова АВ, Барков КА, Музычина АВ. Эффективность применения герметика Gap Seal в профилактике периимплантатного уколита и дентального периимплантита у больных с вторичной адентией на всех этапах имплантно-протезной реабилитации. *Национальная ассоциация учёных (НАУ)*. 2015;(3-5):8. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-germetika-gap-seal-v-profilaktike-periimplantno-gomukozita-i-dentalnogo-periimplantita-u-bolnyh-s>
9. Сирак СВ, Слетов АА, Гандылян КС, Дагуева ДВ. Непосредственная дентальная имплантация у пациентов с включенными дефектами зубных рядов. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011;(1):51-54. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15627861>
10. Трезубов ВН, Булычева ЕА, Чикунов СО. Особенности и последствия немедленного имплантационного протезирования с помощью протяженных протетических конструкций (обзор). *Клиническая стоматология*. 2018;(1):34-38. https://doi.org/10.37988/1811-153X_2018_1_34
11. Трезубов ВН, Мишнев МЛ, Паршин ЮВ, Мостов ВС, Яреха ДИ. Экспериментальное изучение распределения упругих напряжений в периимплантатной кости при зубном протезировании. *Российский журнал биомеханики*. 2023;27(3):10-23. <https://doi.org/10.15593/RZhBiomech/2023.3.01>
12. Трезубов ВН, Розов РА, Мишнев МЛ, Паршин ЮВ. Авторские подходы и методы оптимизации имплантационного зубного протезирования у пожилых пациентов. *Верхневолжский медицинский журнал*. 2023;22(2):3-7. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54191038>
13. Хафизова ФА, Миргазизов МЗ, Хафизов ИР, Миргазизов МЗ, Хафизов РГ. Применение колориметрического метода оценки интерфейса «имплантат-абатмент» как профилактика периимплантитов. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2020;(1-2):11-15. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46322617>
14. Хафизова ФА, Миргазизов МЗ, Хафизов РГ, Хафизов ИР. Микробиологическая оценка эффективности герметизации соединительного узла внутрикостного имплантата с абатментом. *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2020;(1-2):4-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=mrasho>
15. Яковлев АТ, Бадрак ЕЮ, Михальченко ДВ, Гришина МА, Демьянова ОБ. Исследование микрофлоры в области соединения дентального имплантата с абатментом. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2015;(1):47. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23715307>
16. Berberi A, Maroun D, Kanj W, Amine EZ, Philippe A. Micromovement Evaluation of Original and Compatible Abutments at the Implant-abutment Interface. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(11):907-913. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1952>
17. Berberi A, Tehini G, Rifai K, Bou Nasser Eddine F, El Zein N, Badran B, et al. In vitro evaluation of leakage at implant-abutment connection of three implant systems having the same prosthetic interface using rhodamine B. *Int J Dent*. 2014; 2014:1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/351263>
18. Harder S, Dimaczek B, Ail Y, Terheyden H, Freitag-Wolf S, Kern M. Molecular leakage at implant-abutment connection--in vitro investigation of tightness of inter-

nal conical implant-abutment connections against endotoxin penetration. *Clin Oral Investig.* 2010;14(4):427-432. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0317-x>

19. Krejci I, Lutz F, Reimer M. Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. *J Dent.* 1993;21(1):39-46. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(93\)90048-u](https://doi.org/10.1016/0300-5712(93)90048-u)

20. Lorenzoni FC, Coelho PG, Bonfante G, Carvalho RM, Silva NR, Suzuki M, et al. Sealing Capability and SEM Observation of the Implant-Abutment Interface.

REFERENCES

1. Badrak E.Yu., Yakovlev A.T., Mikhachenko D.V., Mikhachenko A.V., Yarygina E.N. Clinical substantiation of application the method of sealing the internal interface of the implant. *Clinical dentistry.* 2016;3(79):46-49 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26644603>

2. Eroshin V.A., Arutyunov S.D., Arutyunov A.S., Unanyan V.E., Boyko A.V. Mobility of dental implants: devices and diagnostic methods. *Russian Journal of Biomechanics.* 2009;2(13):34-48 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12380166>

3. Zekiy A.O. Salivary markers of inflammation and osteoresorption in evaluating dental implant adaptation. *Journal of Volgograd State Medical University.* 2015;4(56):63-66 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25035834>

4. Zekiy A.O., Zekiy O.E. Pathogenic microflora and status of periimplantation tissues in patients with fixed dentures relying on intraosseous implants due to a sealing application. *Institute of Dentistry.* 2018;1(78):37-39 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34964783>

5. Ivanov S.Yu., Solodkaya D.V., Kozlovsky V.S., Solodkiy V.G., Muraev A.A. The study of the implant-abutment connection tightness in LIKO, LIKO-M, and NANO-LIKO implant systems. *Modern Problems of Science and Education.* 2012;6:222 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23220557>

6. Kramar V.O., Klimova T.N., Kramar V.S., Pestov A.Yu., Chetvertnova G.A. The Role of Bacteriolactia in the Formation of the Oral Microecosystem. *International Journal of Applied and Fundamental Research.* 2012;(2):75-77 (In Russ.). Available from: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=2124>

7. Martynov D.V., Salamov M.Ya., Olesova V.N., Losiev F.F., Ivanov A.S., Zaslavsky R.S., Morozov D.I. Precision comparison of standard and individual titanium abutments. *Russian Journal of Dental Implantology.* 2020;3-4(49-50):4-11 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46305975>

8. Muzychina A.A., Barkova A.V., Barkov K.A., Muzychina A.V. Efficiency of Gap Seal use as prevention in peri-implant mucositis and periimplantitis dental patient with secondary edentulous at all implant prosthetic rehabilitation stages. *National Association of Scientists (NAU).*

Int. J. Dent. 2011;2011:1-6.

<https://doi.org/10.1155/2011/864183>

21. Molinero-Mourelle P, Cascos-Sanchez R, Yilmaz B, Lam WYH, Pow EHN, Del Río Highsmith J, et al. Effect of Fabrication Technique on the Microgap of CAD/CAM Cobalt-Chrome and Zirconia Abutments on a Conical Connection Implant: An In Vitro Study. *Materials (Basel).* 2021;14(9):2348.

<https://doi.org/10.3390/ma14092348>

2015;3-5(8):8 (In Russ.).

<https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-germetika-gap-seal-v-profilaktike-periimplantnogo-mukozita-i-dentalnogo-periimplantita-u-bolnyh-s>

9. Sirak S.V., Sletov A.A., Gandylyan K.S., Dagueva D.V. Direct dental implantation in patients with included dentition defects. *Medical Bulletin of the North Caucasus.* 2011;1:51-54 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15627861>

10. Trezubov V.N., Bulychева E.A., Chikunov S.O. Features and consequences of immediate implant prosthetics using extended prosthetic structures (review). *Clinical dentistry.* 2018;1(85):34-38 (In Russ.). Available from:

[doi 10.37988/1811-153X_2018_1_34](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2018_1_34)

11. Trezubov V.N., Mishnev M.L., Parshin Yu.V., Modestov V.S., Yarekha D.I. Experimental study of the distribution of elasticity in the peri-implant bone during prosthetics. *Russian Journal of Biomechanics.* 2023;3(27):10-23 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54976899>

12. Trezubov V.N., Rozov R.A., Mishnev M.L., Parshin Yu.V. Author's approaches and methods for optimizing implant prosthodontics in elderly patients. *Upper Volga Medical Journal.* 2023;2(22):3-7 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54191038>

13. Khafizova F.A., Mirgazitov M.Z., Khafizov I.R., Mirgazitov M.Z., Khafizov R.G. Application of a colorimetric method or evaluating the implant-abutment interface as a prophylaxis of peri-implantitis. *Russian Bulletin of Dental Implantology.* 2020;1-2(47-48):11-15 (In Russ.).

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46322617>

14. Khafizova F.A., Mirgazitov M.Z., Khafizov R.G., Khafizov I.R. Microbiological assessment of the effectiveness of sealing the connecting site of the intraosseous implant with the abutment. *Russian Bulletin of Dental Implantology.* 2020;1-2(47-48):4-10 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=mraxso>

15. Yakovlev A.T., Badrak E.Yu., Mikhachenko D.V., Grishina M.A., Demyanova O.B. A study of microflora at dental implant-abutment interface. *Volgogradskij nauchno-meditsinskij zhurnal.* 2015;1:47 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23715307>

16. Berberi A, Maroun D, Kanj W, Amine EZ, Philippe A. Micromovement Evaluation of Original and Compatible Abutments at the Implant-abutment Interface. *J Con-*

temp Dent Pract. 2016;11(17):907-913.

doi: 10.5005/jp-journals-10024-1952

17. Berberi A, Tehini G, Rifai K, Bou Nasser Eddine F, El Zein N, Badran B, Akl H. In vitro evaluation of leakage at implant-abutment connection of three implant systems having the same prosthetic interface using rhodamine B. *Int J Dent.* 2014;2014:1-7.

doi: 10.1155/2014/351263

18. Harder S, Dimaczek B, Açı Y, Terheyden H, Freitag-Wolf S, Kern M. Molecular leakage at implant-abutment connection--in vitro investigation of tightness of internal conical implant-abutment connections against endotoxin penetration. *Clin Oral Investig.* 2010;4(14):427-432.

doi: 10.1007/s00784-009-0317-x.

19. Krejci I, Lutz F, Reimer M. Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. *J Dent.* 1993;1(21):39-46.

doi: 10.1016/0300-5712(93)90048-u.

20. Lorenzoni F.C., Coelho P.G., Bonfante G., Carvalho R.M., Silva N.R., Suzuki M., Silva T.L., Bonfante E.A. Sealing Capability and SEM Observation of the Implant-Abutment Interface. *Int. J. Dent.* 2011;2011:1-6.

doi: 10.1155/2011/864183.

21. Molinero-Mourelle P, Cascos-Sanchez R, Yilmaz B, Lam WYH, Pow EHN, Del Río Highsmith J, Gómez-Polo M. Effect of Fabrication Technique on the Microgap of CAD/CAM Cobalt-Chrome and Zirconia Abutments on a Conical Connection Implant: An In Vitro Study. *Materials (Basel).* 2021;9(14):2348.

doi: 10.3390/ma14092348

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Паршин Юрий Валерьевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортодонтии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: y.v.parshin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7075-2377>

Трезубов Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и материаловедения с курсом ортодонтии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: trezubovvn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0532-5632>

Семёнов Константин Николаевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и биорганической химии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: knsemenov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2239-2044>

Алексеев Андрей Михайлович, заместитель директора ООО «Мобатайм Системс», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: alexeev.private@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5989-7057>

Исаев Тажудин Исамутдинович, заведующий отделением эстетической стоматологии Научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: tazhudinisaev@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6907-319X>

Булаков Вячеслав Эдуардович, специалист по учебно-методической работе кафедры общей и биорганической химии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: bulakov_v@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4854-017X>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Yuri V. Parshin, MD, PhD, Assistant Professor, Department of the Prosthodontics and Materials Science with Orthodontics Course, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: y.v.parshin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7075-2377>

Vladimir N. Trezubov, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Prosthodontics and Materials Science with Orthodontics Course, Pavlov First Saint

Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: trezubovvn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0532-5632>

Konstantin N. Semenov, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of General and Bioorganic Chemistry, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: knsemenov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-22392044>

Andrey M. Alekseev, Deputy Director, Mobatime Systems LLC, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: alexeev.private@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5989-7057>

Tazhudin Is. Isaev, DDS, Head of the Department of Aesthetic Dentistry, Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: tazhudinisaev@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6907-319X>

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Паршин Ю. В. – проведение исследования, разработка методологии; Трезубов В. Н. – разработка концепции, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Семёнов К. Н. – предоставление ресурсов; Алексеев А. М. – научное руководство, Исаев Т. И. – валидация результатов; Булаков В. Э. – курирование данных

Vyacheslav E. Bulaev, specialist in educational and methodical work of the Department of General and Bio-organic Chemistry, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation
For correspondence: bulakov_v@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4854-017X>

Поступила / Article received 14.10.2025
Поступила после рецензирования / Revised 31.10.2025
Принята к публикации / Accepted 24.11.2025

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: Yu. V. Parshin – investigation, methodology; V. N. Trezubov – conceptualization, writing – review and editing; K. N. Semenov – resources; A. M. Alekseev – supervision; T. I. Isaev – validation; V. E. Bulaev – data curation.

