

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 138–145.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 138–145.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 699.87:72.03

DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-138-145

Защита от биологических повреждений конструкций здания Больничных палат Свято-Троицкой Сергиевой Лавры

Покровская Елена Николаевна (Москва). Доктор технических наук. Эл. почта: elenapokrovskaya@bk.ru

Полтаруха Олег Павлович (Москва). Кандидат биологических наук. Лаборатория тропических технологий Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (119071, Москва, Ленинский просп., 33. ИПЭЭ РАН). Эл. почта: poltarukha@rambler.ru

Аннотация. Статья посвящена обобщению опыта защиты от биологических повреждений здания Больничных палат Свято-Троицкой Сергиевой Лавры.

В 2002 году стены помещений первого этажа здания были выборочно обработаны биоцидным составом «Мипор» на основе фосфорорганических соединений. Проведенные в 2004 году осмотры показали высокую эффективность препарата: в обработанных помещениях плесневые грибы не выявлялись, тогда как в необработанных они присутствовали в достаточно большом количестве. Была рекомендована сплошная обработка помещений Больничных палат составом «Мипор», а также ремонт гидроизоляции фундамента и крыши с целью предотвратить увлажнение стен, создающее благоприятные условия для роста плесневых грибов.

В 2014 году был проведён частичный ремонт кровли и фундамента. Также в некоторых помещениях первого этажа установили осушители воздуха. Это значительно улучшило состояние помещений, но полностью проблему не решило.

В 2023–2024 годы был проведён капитальный ремонт Больничных палат, в том числе усилена гидроизоляция фундамента и кровли. При этом конструкции были обработаны препаратом для снижения их водопроницаемости, а также антисептическими составами. Это позволило отказаться от использования осушителей воздуха. Осмотр, произведённый в 2025 году, показал отсутствие биоповреждений и сухие стены во всех помещениях.

Таким образом, в настоящее время проблема предотвращения биоповреждений Больничных палат может считаться успешно решённой. В дальнейшем рекомендовано проводить регулярный контроль и, в случае необходимости, ремонт гидроизоляции крыши и фундамента. Также в ходе проведения ремонтных работ в помещениях необходима их антисептическая обработка биоцидными препаратами, прошедшими длительную успешную апробацию на объектах Свято-Троицкой Сергиевой Лавры.

Ключевые слова: Свято-Троицкая Сергиева Лавра, Больничные палаты, биокоррозия, защита памятников архитектуры от биоповреждения

Благодарность. Авторы выражают благодарность старшему научному сотруднику Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН кандидату биологических наук Ю.Л. Ковальчук за определение плесневых грибов в собранных пробах.

Для цитирования. Покровская Е.Н., Полтаруха О.П. Защита от биологических повреждений конструкций здания Больничных палат Свято-Троицкой Сергиевой Лавры // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 4. – С. 138–145. – DOI: 10.22337/2077-9038-2025-4-138-145.

Protection from Biological Damage to the Structures of the Building of the Hospital Wards of the Holy Trinity Sergius Lavra

Pokrovskaya Elena N. (Moscow). Doctor of Sciences in Technology. Department of Integrated Safety in Construction of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (129337, 26, Yaroslavskoye Shosse, Moscow. NRU MGSU). E-mail: elenapokrovskaya@bk.ru

© Покровская Е.Н., Полтаруха О.П., 2025.

Poltarukha Oleg P. (Moscow). Candidate of Sciences in Biology. Laboratory of Tropical Technologies of the Institute of Problems of Ecology and Evolution. A.N. Severtsov RAS (33, Leninsky prosp., Moscow, 119071. IEE RAS). E-mail: poltarukha@rambler.ru

Abstract. The article is devoted to the generalization of the experience of protection from biological damage of the building of the Hospital Wards of the Holy Trinity Sergius Lavra.

In 2002, the walls of the rooms on the first floor of the building were selectively treated with the biocidal compound Mipor based on organophosphorus compounds. Inspections conducted in 2004 showed the high efficiency of the preparation. In the treated rooms, mold fungi were not detected, whereas in the untreated rooms they were present in fairly large quantities. It was recommended to completely treat the rooms of the Hospital Wards with Mipor, as well as repair the waterproofing of the foundation and roof in order to prevent moisture in the walls, which creates favorable conditions for the growth of mold fungi.

In 2014, partial repairs of the roof and foundation were carried out. Also, dehumidifiers were installed in some rooms on the first floor. This significantly improved the condition of the rooms, but did not completely solve the problem.

In 2023–2024, a major overhaul of the Hospital Wards was carried out, including strengthening the waterproofing of the foundation and roof. At the same time, the structures were treated with a compound to reduce their water permeability, as well as antiseptic compounds. This made it possible to refuse the use of dehumidifiers. An inspection carried out in 2025 showed the absence of biodamage and dry walls in all rooms.

Thus, at present, the problem of preventing biodamage to the Hospital Wards can be considered successfully resolved. In the future, it is recommended to carry out regular monitoring and, if necessary, repair the waterproofing of the roof and foundation. Also, during the repair work in the premises, they must be antiseptically treated with biocidal compounds that have undergone long-term successful testing at the facilities of the Holy Trinity Sergius Lavra.

Keywords: Holy Trinity Sergius Lavra, Hospital Wards, biocorrosion, protection of architectural monuments from biodestruction

Acknowledgment. The authors express their gratitude to the senior research fellow of the Institute of Ecology and Evolution A.N. Severtsov of the Russian Academy of Sciences Candidate of Sciences in Biology Yu.L. Koval'chuk for identifying mold fungi in collected samples.

For citation. Pokrovskaya E.N., Poltarukha O.P. Protection from biological damage to the structures of the building of the Hospital Wards of the Holy Trinity Sergius Lavra. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 4, pp. 138–145, doi: 10.22337/2077-9038-2025-4-138-145.



Больничные палаты Свято-Троицкой Сергиевой Лавры (СТСЛ) были построены в 1635–1637 годы на месте старой монастырской больницы на средства Александра Булатникова, назначенного келарем из монахов Соловецкого монастыря. Первоначально они представляли собой два отдельных здания, между которыми находился храм Зосимы и Савватия. Во второй половине XVII века достроили северное крыло палат, а в западном здании добавили второй этаж. В 1745 году Больничные палаты были перестроены «по ранжиру», то есть в одну прямую линию с одинаковым ритмом окон, и объединены с храмом Зосимы и Савватия. В период с 1938 по начало 1950-х годов в рамках масштабной реконструкции СТСЛ, осуществлённой под руководством архитектора И.В. Трофимова, в Больничных палатах, как и в храме Зосимы и Савватия, были проведены большие реставрационные и

Комплекс здания Больничных палат Свято-Троицкой Сергиевой Лавры, включающий храм преподобных Зосимы и Савватия Соловецких (в центре) и собственно здания Больничных палат (по бокам от храма). Фото О.П. Полтарухи. Апрель 2025 года

инженерные работы [1; 2]. Здания были освобождены от поздних пристроек, их конструкции укрепили. Больничные палаты являются одним из немногих памятников гражданской архитектуры первой половины XVII века, сохранившихся до наших дней, что определяет их большую историческую, культурную и художественную ценность [3].

В настоящее время в Больничных палатах находятся покои наместника Лавры и Соборные палаты. Это определяет необходимость, с одной стороны, выполнения требований, связанных с сохранением Больничных палат как памятника архитектуры, а с другой стороны, обеспечения технических и санитарных норм для помещений, рассчитанных на длительное пребывание в них людей. Указанные обстоятельства побуждают уделить особое внимание вопросам борьбы с биоповреждениями, вызванными микроорганизмами, главным образом – плесневыми грибами. В условиях повышенной влажности, характерной для многих зданий ТСЛ, их развитие может привести к быстрому повреждению как отделочных материалов, так и несущих конструкций. Согласно материалам исследований [4–6], целый ряд памятников архитектуры ТСЛ в той или иной степени подвергаются биоповреждениям, вызываемым микроорганизмами. Также известно, что развитие многих таких грибов может представлять серьезную опасность для здоровья человека.

Защита от биологических повреждений фресок баптистерия храма преподобных Зосимы и Савватия Соловецких, который является частью здания Больничных палат, описана в нашей работе [7]. Настоящая работа обобщает опыт борьбы с биологическими повреждениями всего здания Больничных палат.

Как мы уже писали ранее [7], в 2002 году была проведена обработка стен подклета храма Зосимы и Савватия биоцидным составом «Мипор» на основе фосфорорганических соединений. Одновременно с этим была также проведена обработка этим составом ряда стен помещений первого этажа здания Больничных палат, которые характеризовались наиболее высокой влажностью и, соответственно, максимальным развитием биоповреждений, вызванных, преимущественно, плесневыми грибами. Выбор состава «Мипор» был связан с его высокой биозащитной эффективностью, подтвержденной результатами многочисленных работ. Было показано, что обработка этим составом древесины, бетона, кирпича переводят эти строительные материалы в 1-й (высший) класс по их биостойкости [8–10]. Этот состав в течение более чем 20-ти лет широко использовался для биоцидной обработки зданий и сооружений ТСЛ, в частности, Троицкого собора, надвратного храма Иоанна Предтечи, церкви Смоленской иконы Божьей Матери, Покровского собора в Московской духовной

Таблица 1. Результаты микологического анализа проб штукатурки со стен Больничных палат (май 2004 года)

Номер пробы	Место отбора пробы	Выявленные грибы	Количество жизнеспособных спор на 1 кв. см
1	Холл перед аудиостудией после ремонта, обработка «Мипором»	Грибы не выявлены	0
2	Центральный книжный склад после обработки «Мипором» без ремонта, помещение 4 (последнее), южная стена	Грибы не выявлены	0
3	Центральный книжный склад после обработки «Мипором» без ремонта, помещение 4 (последнее), северная стена	Грибы не выявлены	0
4	Центральный книжный склад после обработки «Мипором» без ремонта, помещение 3, восточная стена	Грибы не выявлены	0
5	Аудиостудия после обработки «Мипором», северная стена	Грибы не выявлены	0
6	Аудиостудия после обработки «Мипором», южная стена	Грибы не выявлены	0
7	Аудиостудия после обработки «Мипором», западная стена	Грибы не выявлены	0
8	Аудиостудия, приемка товара, после обработки «Мипором», южная стена	Грибы не выявлены	0
9	Второе (последнее) подвальное помещение (без обработки «Мипором»)	Aspergillus flavus Aspergillus niger Aspergillus glaucus Trichoderma koningii Penicillium biforme Penicillium capulatum	116
10	Первое подвальное помещение (без обработки «Мипором»)	Aspergillus flavus Aspergillus niger Aspergillus glaucus Trichoderma viride Penicillium rugulosum	85

Академии, библиотеки и других зданий Академии, Больничных и Казначейских палат [11]. При этом было показано, что данный состав при соблюдении правил использования безопасен для человека, нейтрален к поверхностям, покрытыми живописными материалами, не вызывает изменений колорита, тона, фактуры и т.д., что весьма ценно при проведении реставрационных работ. Взятые вскоре после обработки микологические анализы показали отсутствие мицелия и спор плесневых грибов.

Через два года после этого, в мае и в сентябре 2004-го, были проведены микробиологические обследования помещений Больничных палат и отобраны пробы штукатурки для идентификации микроорганизмов, вызывающих биоповреждения. Эти обследования выявили наличие видов

биоразрушителей – плесневых грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Trichoderma*. Данные грибы довольно широко распространены в жилых и производственных помещениях как Московского региона в целом [12; 13], так и в зданиях СТСЛ, в частности [6], особенно в тех, для которых характерна повышенная влажность. Помимо участия в процессах биоразрушения эти грибы могут представлять опасность и для находящихся длительное время в помещениях людей, провоцируя возникновение аллергических реакций, а также системных микозов, особенно в случае понижения иммунного

¹ ГОСТ Р ИСО 16000-17-2012 «Воздух замкнутых помещений». Часть 17. «Обнаружение и подсчёт плесневых грибов. Метод культивирования» (https://rosdost.ru/file/gost/13/040/gost_r_iso_16000-17-2012.pdf).

Таблица 2. Результаты микологического анализа проб штукатурки со стен Больничных палат (сентябрь 2004 года)

Номер пробы	Место отбора пробы	Выявленные грибы	Количество жизнеспособных спор на 1 кв. см
1	Вход в приёмную наместника, северная стена (без обработки «Мипором»)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Trichoderma koningii</i> <i>Penicillium biforme</i>	98
2	Книжный склад, помещение № 2, северная стена (без обработки «Мипором»)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Trichoderma koningii</i> <i>Penicillium biforme</i> <i>Penicillium capulatum</i>	112
3	Книжный склад, помещение № 2, южная стена (после обработки «Мипором» в 2002 году)	Грибы не выявлены	0
4	Книжный склад, помещение № 1, южная сторона (после обработки «Мипором» в 2002 году)	Грибы не выявлены	0
5	Туалеты, первый этаж, низ стен, вход с внутреннего двора (без обработки «Мипором»)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Penicillium biforme</i> <i>Penicillium capulatum</i>	57
6	Западная стена, книжный склад, холл (без обработки «Мипором»)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Trichoderma koningii</i> <i>Penicillium biforme</i> <i>Penicillium capulatum</i>	89
7	Вход в книжный склад (холл) южная стена (без обработки Мипором)	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus glaucus</i> <i>Trichoderma koningii</i> <i>Trichoderma viride</i> <i>Penicillium biforme</i> <i>Penicillium capulatum</i> <i>Penicillium rugulosum</i>	121

статуса человека [14]. Поскольку в настоящей работе не использовались селективные среды для выявления бактерий, вызывающих биоразрушение, мы не можем утверждать, что они играют важную роль в этом процессе. Тем не менее мы отмечаем их наличие в исследованных пробах. Определение микроорганизмов проводилось в соответствии с рекомендациями и с использованием литературы, указанной в ГОСТ Р ИСО 16000-17-2012¹. Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таким образом, в помещениях Больничных палат через два года после обработки составом «Мипор» грибы не были выявлены, тогда как в других помещениях, которые не были обработаны, грибы присутствовали, причём в достаточно большом количестве. Так, например, в подвальной помещении на поверхности стен отмечалась высокая концентрация жизнеспособных спор – в пределах 85–116 на 1 кв. см. В помещениях книжного склада выявлялась достаточно сложная картина: некоторые части не имели поражения грибами, тогда как другие были в значительной степени поражены. Эти результаты свидетельствуют о высокой эффективности обработки составом «Мипор». Для полного уничтожения спор грибов в помещениях книжного склада было рекомендовано обработать все поверхности стен и потолков. Как отмечалось, это возможно сделать при ремонте, добавляя в шпатлёвку или краску состав «Мипор» в концентрации 5–10% от веса раствора.

Также следует отметить, что в помещении книжного склада и подклета некоторые стены были влажными, что говорит о подъёме грунтовых вод, которые, увлажняя конструкции, способствовали росту и распространению плесневых грибов. Причиной этого стало нарушение или отсутствие гидроизоляции фундамента здания, что вызвало капиллярный подъём дождевых и талых вод в области примыкания к почве несущих конструкций. Большое значение в этом процессе имела также высокая водопроницаемость стен, обусловленная возможными пустотами в связующем растворе, трещинами в несущих конструкциях, а также неоднородностью кирпичной кладки из-за использования при сооружении и ремонте здания разносортного кирпича. Помимо этого, известную роль в увлажнении стен могли играть регулярные протечки с крыши смотровой площадки (гульбища). Эти протечки были связаны с нарушениями при монтаже и ремонте кровли, в первую очередь, в области её примыкания к несущим стенам и водосточным трубам. Измерения, проведённые в баптистерии храма Зосимы и Савватия [7], подтвердили данные внешнего осмотра и показали, что увлажнение стен имеет неравномерный характер и увеличивается в три раза в направлении сверху вниз, достигая максимума на уровне пола. В некоторых местах влажность превышала допустимые нормы в шесть и более раз. Хотя аналогичные измерения не проводились в других помещениях первого этажа Больничных палат, их результаты, вероятно, были бы сходными.

Теоретическим вопросам биокоррозии различных строительных материалов посвящены многочисленные работы [15–20]. Важным выводом из проведённых исследований является зависимость скорости деструкции материала от проникновения агрессивной среды в зону реакции [21]. Применительно к данному случаю в качестве такой агрессивной среды можно рассматривать воду, поступающую как сверху – за счёт протечек с крыши, так и снизу – за счёт некачественной гидроизоляции фундамента. Высокая влажность, в свою очередь, создаёт благоприятные условия для развития микроорганизмов, вызывающих биологическое повреждение строительных материалов.

Проведённый в 2014 году частичный ремонт кровли гульбища, а также гидроизоляции фундамента Больничных палат позволил несколько снизить влажность в помещениях. Примерно в это же время в подклете храма Зосимы и Савватия были установлены осушители воздуха, которые работали практически в непрерывном режиме. Тем не менее, как показали наши исследования, по состоянию на февраль 2022 года поступление значительного количества влаги внутрь здания продолжалось, о чём можно было судить по тому, что за сутки осушители выделяли несколько литров воды. За счёт работы осушителей стены в помещениях Больничных палат почти везде оставались сухими, что тормозило развитие плесневых грибов. Вместе с тем усиленная работа осушителей воздуха в сочетании с недостаточно эффективной гидроизоляцией усиливало поступление воды внутрь, что способствовало развитию высолов хлоридов и сульфатов, разрушавших штукатурку и росписи стен [7].

В связи с этим в 2023–2024 годы был произведён ремонт в помещениях Больничных палат, который включал в себя, в частности, работы по гидроизоляции фундамента и кровли, а также обработку конструкций препаратом «Флюат» [производитель: Центр современных технологий, (ЦСТ)] на основе солей гексафторкремниевой кислоты для предотвращения образования высолов. В дополнение к этому в ходе ремонтных работ была осуществлена обработка кирпичных конструкций антисептическим препаратом «БиоСанир» (производитель: ЦСТ) на основе производных гуанидина, а деревянных конструкций – антисептическим препаратом «Axill» (производитель: Akzo Nobel Sikkens) на основе пропиконазола, тебуконазола и йодопронилбутилкарбамата. Качественная гидроизоляция в сочетании с мерами по снижению водопроницаемости стен позволила отказаться от использования осушителей воздуха. Осмотр, произведённый в апреле 2025 года, показал отсутствие биоповреждений во всех помещениях Больничных палат. При этом стены во всех помещениях были сухими, хотя измерение их влажности инструментальными методами не проводилось. Показалось отсутствие биоповреждений и сухие стены во всех помещениях Больничных палат.

Таким образом, в настоящее время проблема предотвращения биоповреждений Больничных палат может считаться успешно решённой. В дальнейшем рекомендуется проводить регулярный контроль и, в случае необходимости,

ремонт гидроизоляции крыши и фундамента здания. Также в ходе проведения ремонтных работ в помещениях необходима их антисептическая обработка биоцидными препаратами, прошедшими длительную успешную апробацию на объектах СТСЛ. При этом особое внимание следует уделить именно поддержанию качественной гидроизоляции крыши и фундамента. Как показал опыт практического применения, ни один из существующих биоцидных препаратов не может служить универсальным решением проблемы биологических повреждений зданий и сооружений на длительный срок и не в состоянии заменить качественную гидроизоляцию, особенно в условиях высокой влажности или контакта с водой.

Список источников

1. Трофимов, И.В. Памятники архитектуры Троице-Сергиевой лавры. Исследования и реставрация / И.В. Трофимов. – Москва : Госстройиздат, 1961. – 246 с. – Текст : непосредственный.
2. Трофимов, И.В. Больничные палаты с церковью Зосимы и Савватия XVII в. и их реставрация / И.В. Трофимов. – Текст : непосредственный // Сообщения Загорского государственного историко-художественного музея заповедника. – 1960. – Вып. 3. – С. 107–129.
3. Балдин, В.И. Троице-Сергиева лавра. Архитектурный ансамбль и художественные коллекции древнерусского искусства XIV–XVII вв. / В.И. Балдин. – Москва : Наука, 1996. – 549 с. – ISBN 5-02-012778-3. – Текст : непосредственный.
4. Покровская, Е.Н. Биозащита исторически застроенных территорий на примере Свято-Троицкой Сергиевой лавры / Е.Н. Покровская, В.В. Дмитриев, Ю.Л. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. Оборудование, технологии XXI века. – 2006. – № 11. – С. 28–29.
5. Покровская, Е.Н. Мониторинг биокоррозии зданий и сооружений монастырей и других памятников архитектуры / Е.Н. Покровская, В.В. Дмитриев, Ю.Л. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Проблемы долговечности зданий и сооружений в современном строительстве : Материалы международной конференции. 10–12 октября 2007, Санкт-Петербург : РИФ «Роза мира», 2007. – С. 192–194.
6. Покровская, Е.Н. Биокоррозия, сохранение памятников истории и архитектуры / Е.Н. Покровская, Ю.Л. Ковальчук. – Москва : МГСУ, 2013. – 212 с. – ISBN 978-5-7264-0750-0. – Текст : непосредственный.
7. Покровская, Е.Н. Биокоррозия фресок баптистерия храма преподобных Зосимы и Савватия Соловецких Свято-Троицкой Сергиевой Лавры / Е.Н. Покровская, О.П. Полтаруха. – DOI: 10.22337/2077-9038-2022-3-125-131. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 3. – С. 125–131.
8. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов [и др.]. – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2001 – 194 с. – ISBN 5-7103-0539-1. – Текст : непосредственный.
9. Покровская, Е.Н. Исследование биоразрушителей и методов защиты от биокоррозии объектов инфраструктуры и исторических памятников г. Москвы / Е.Н. Покровская, Ю.Л. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Биотехнология, экология крупных городов : Материалы международной научно-практической конференции. 15 марта 2010 года. – Москва, 2010. – С. 329.
10. Покровская, Е.Н. Химико-микологические исследования и улучшение экологии внутри зданий / Е.Н. Покровская, Ю.Л. Ковальчук. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2012. – № 8. – С. 181–187. – URL: <https://clck.ru/3PiD3o> (дата обращения 29.09.2025).
11. Покровская, Е.Н. Биозащита исторически застроенных территорий и отдельных сооружений / Е.Н. Покровская, В.В. Дмитриев. – Текст : непосредственный // Природные условия строительства и сохранения храмов Православной Руси : Сборник материалов 2-го Международного научно-практического симпозиума. 7–11 октября 2003 г. – Сергиев Посад, 2003. – С. 265–269.
12. Аэромикота жилых помещений г. Москвы / А.Б. Антропова, Е.Н. Биланенко, В.Л. Мокеева [и др.] – Текст : непосредственный // Микология и фитопатология. – 2003. – Т. 37, № 6. – С. 1–11. – URL: https://www.binran.ru/files/journals/MiF/MiF_2003_37_6.pdf (дата обращения 29.09.2025).
13. Марфенина, О.Е. Оппортунистические грибы в почвах и приземных слоях воздуха мегаполиса (на примере района Тушино г. Москвы) / О.Е. Марфенина, Н.А. Макарова, А.Е. Иванова. – Текст : непосредственный // Микология и фитопатология. – 2011. – Т. 45, № 5. – С. 397–407.
14. Марфенина, О.Е. Потенциально патогенные микелиальные грибы в среде обитания человека; современные тенденции / О.Е. Марфенина, Г.М. Фомичева. – Текст : непосредственный // Микология сегодня : Сборник. – Т. 1. – Москва : Национальная академия микологии, 2007 – С. 235–266.
15. Оценка и прогнозирование физико-химического сопротивления стеклощелочных композитов и методы его повышения / В.Т. Ерофеев, А.П. Федорцов, А.Д. Богатов, В.А. Федорцов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Строительство. – 2017. – № 6 (702). – С. 5–14.
16. Биологическая коррозия бетонов / В.Т. Ерофеев, Д.С. Аль, А.П. Федорцов, В.А. Федорцов. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2020. – № 11. – С. 13–23.
17. Erofeev, V.T. Simulation of a Biological Degradation / V.T. Erofeev, E.A. Morozov. – Текст : электронный // Biotechnology and the Ecology of Big Cities. – Январь 2011. – С. 29–36. – URL: <https://clck.ru/3Nn5Re> (дата обращения 29.09.2025).
18. Биоповреждения – биологический фактор коррозии материалов на основе нефтяного битума / Д.А. Петрунин, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы второй международной научно-технической конференции «Биоповреждения и биокоррозия в строительстве». – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2006. – С. 200–205.

19. Моделирование биодegradации строительных материалов / В.Т. Ерофеев, Е.А. Морозов, Е.В. Завалишин, Д.А. Губанов. – Текст: непосредственный // Материалы международной научно-технической конференции «Биоповреждения и биокоррозия в строительстве». – Саранск: Издательство Мордовского университета, 2004. – С. 73–84.

20. Основы математического моделирования биокоррозии полимербетонов / В.Т. Ерофеев, А.П. Федорцов, А.Д. Богатов, В.А. Федорцов. – Текст: электронный // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–4. – С. 701–707. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36174> (дата обращения 29.09.2025).

21. Сопротивление строительных композитов агрессивным физико-химическим и биологическим средам и теоретические основы его прогнозирования и повышения. Часть 1. Сопротивление строительных композитов агрессивным физико-химическим и биологическим средам и теоретические основы его прогнозирования / А.П. Федорцов, А.Д. Богатов, В.А. Федорцов, В.Т. Ерофеев. – DOI: 10.22337/2077-9038-2025-3-117-127. – Текст: непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 3. – С. 117–127.

References

1. Trofimov, I.V. Pamyatniki arkhitektury Troitse-Sergievoi lavry. Issledovaniya i restavratsiya [Architectural Monuments of the Trinity-Sergius Lavra. Research and Restoration]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1961, 246 p. (In Russ.)

2. Trofimov, I.V. Bol'nichnye palaty s tserkov'yu Zosimy i Savvatiya XVII v. i ikh restavratsiya [Hospital Wards with the Church of Zosima and Savvaty of the 17th Century and their Restoration]. In: *Soobshcheniya Zagorskogo gosudarstvennogo istoriko khudozhestvennogo muzeya-zapovednika [Messages from the Zagorsk State Historical and Art Museum Reserve]*, 1960, Iss. 3, pp. 107–129. (In Russ.)

3. Baldin, V.I. Troitse-Sergievalavra. Arkhitekturnyi ansambl' i khudozhestvennye kollektsii drevnerusskogo iskusstva XIV–XVII vv. [Trinity Lavra of St. Sergius. An Architectural Ensemble and Art Collections of Ancient Russian Art from the 14th to 17th Centuries]. Moscow, Nauka Publ., 1996, 549 p. ISBN 5-02-012778-3. (In Russ.)

4. Pokrovskaya E.N., Dmitriev V.V., Koval'chuk Yu.L. Biozashchita istoricheski zastroennykh territorii na primere Svyato-Troitskoi Sergievoi lavry [Biosecurity of Historically Built-Up Areas on the Example of the Holy Trinity St. Sergius Lavra]. In: *Stroitel'nye materialy. Oborudovanie, tekhnologii XXI veka [Construction Materials, Equipment and Technologies of the 21st Century]*, 2006, no. 11, pp. 28–29. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. Pokrovskaya E.N., Dmitriev V.V., Koval'chuk Yu.L. Monitoring biokorrozii zdaniy i sooruzhenii monastirei i drugikh pamyatnikov arkhitektury [Monitoring of biocorrosion of buildings and structures of monasteries and other architectural monuments]. In: *Problemy dolgovechnosti zdaniy i sooruzhenii v sovremennom stroitel'stve [Problems of durability of buildings and*

structures in modern construction], Materials of the international conference, October 10–12, 2007. St. Petersburg, RIF “Roza mira” Publ., 2007, pp. 192–194. (In Russ.)

6. Pokrovskaya E.N., Koval'chuk Yu.L. Biokorroziya, sokhranenie pamyatnikov istorii i arkhitektury [Biocorrosion, Conservation of Historical and Architectural Monuments]. Moscow, MGSU Publ. 2013, 212 p. ISBN 978-5-7264-0750-0. (In Russ.)

7. Pokrovskaya E.N., Poltarukha O.P. Biokorroziya fresok baptisteriya khrama prepodobnykh Zosimy i Savvatiya Solovetskikh Svyato-Troitskoi Sergievoi Lavry [Biocorrosion of Frescoes in the Baptistery of the Church of the Saint Zosima and Savvatiy of Solovetsky of the Holy Trinity Sergius Lavra]. In: *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2022, no 3, pp. 125–131. DOI: 10.22337/2077-9038-2022-3-125-131. (In Russ., abstr. in Engl.)

8. Solomatov V.I., Erofeyev V.T., Smirnov V.F., Semicheva A.S., Morozov E.A. Biologicheskoe soprotivlenie materialov [Biological Resistance of Materials]. Saransk, Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta [Publishing House of Mordovian University], 2001, 194 p. ISBN 5-7103-0539-1. (In Russ.)

9. Pokrovskaya E.N., Koval'chuk Yu.L. Issledovanie biorazrushitelei i metodov zashchity ot biokorrozii ob"ektov infrastruktury i istoricheskikh pamyatnikov g. Moskvy [Research of Biodestructors and Methods of Protection against Biocorrosion of Infrastructure Facilities and Historical Monuments of Moscow]. In: *Biotekhnologiya, ekologiya krupnykh gorodov [Biotechnology, Ecology of Large Cities]*, Materials of the international scientific and practical conference. March 15, 2010. Moscow, 2010, p. 329. (In Russ.)

10. Pokrovskaya E.N., Koval'chuk Yu.L. Khimiko-mikologicheskie issledovaniya i uluchshenie ekologii vnuzri zdaniy [Chemical and Mycological Research and Improvement of Ecology inside Buildings]. In: *Vestnik MGSU*, 2012, no. 8, pp. 181–187. URL: <https://clck.ru/3PiD3o> (Accessed 09/29/2025).

11. Pokrovskaya E.N., Dmitriyev V.V. Biozashchita istoricheski zastroennykh territorii i otdel'nykh [Biosecurity of historical built-up areas and individual structures]. In: *Prirodnye usloviya stroitel'stva i sokhraneniya khramov Pravoslavnoi Rusi [Natural conditions for the construction and preservation of churches of Orthodox Russia]*, Collection of materials of the 2nd International Scientific and Practical Symposium. October 7–11, 2003. Sergiev Posad, 2003. pp. 265–269. (In Russ.)

12. Antropova A.B., Bilanenko E.N., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Zheltikova T.M., Petrova-Nikitina A.D. Aeromikota zhilykh pomeshchenii g. Moskvy [Aeromicrobes of Moscow dwellings]. In: *Mikologiya i fitopatologiya [Mycology and Phytopathology]*, 2003, Vol. 37. No. 6. pp. 1–11. URL: https://www.binran.ru/files/journals/MiF/MiF_2003_37_6.pdf (Accessed 09/29/2025). (In Russ., abstr. in Engl.)

13. Marfenina O.E., Makarova N.A., Ivanova A.E. Opportunisticheskie griby v pochvakh i prizemnykh sloyakh

- vozdukha megapolisa (na primere raiona Tushino g. Moskvy) [Opportunistic Moulds in Soils and Upper Soils Air Layers in Megalopolis (on an Example of Region Tushino, Moscow)]. In: *Mikologiya i fitopatologiya [Mycology and Phytopathology]*, 2011, Vol. 45. no. 5. pp. 397–407. (In Russ., abstr. in Engl.)
14. Marfenina O.E., Fomicheva G.M. Potentsial'no patogennyye mitselial'nye griby v srede obitaniya cheloveka; sovremennyye tendentsii [Potentially Pathogenic Filamentous Fungi in the Human Environment; Current Trends]. In: *Mikologiya segodnya [Mycology Today]*. Moscow, Natsional'naya akademiya mikologii [National Academy of Mycology], 2007, Vol. 1, pp. 235–266. (In Russ.)
15. Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Bogatov A.D., Fedortsov V.A. Otsenka i prognozirovanie fiziko-khimicheskogo soprotivleniya stekloshchelochnykh kompozitov i metody ego povysheniya [Assessment and Forecasting of Physical and Chemical Resistance of Glass Alkali Composites and Methods of Its Increase]. In: *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo [News of Higher Educational Institutions. Construction and Architecture]*, 2017, no. 6 (702), pp. 5–14. (In Russ., abstr. in Engl.)
16. Erofeev V.T., Al' D.S., Fedortsov A.P., Fedortsov V.A. Biologicheskaya korroziya betonov [Biological Corrosion of Concrete]. In: *Stroitel'nye materialy, [Construction Materials]*, 2020, no. 11, pp. 13–23. (In Russ., abstr. in Engl.)
17. Erofeev V.T., Morozov E.A. Simulation of a Biological Degradation. In: *Biotechnology and the Ecology of Big Cities*, January 2011, pp. 29–36. URL: <https://clck.ru/3Nn5Re> (Accessed 09/29/2025). (In Engl.)
18. Petrunin D.A., Erofeev V.T., Smirnov V.F., Morozov E.A. Bogatov A.D. Biopovrezhdeniya – biologicheskii faktor korrozii materialov na osnove neftyanogo bituma [Biodeterioration – a Biological Factor of Corrosion of Materials Based on Petroleum Bitumen]. In: *Biopovrezhdeniya i biokorroziya v stroitel'stve [Biodeterioration and Biocorrosion in Construction]*, Proceedings of the Second International Scientific and Technical Conference. Saransk. Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta [Publishing House of Mordovian University], 2006, pp. 200–205. (In Russ.)
19. Erofeev V.T., Morozov E.A., Zavalishin E.V., Gubanov D.A. Modelirovanie biodegradatsii stroitel'nykh materialov [Modeling of Biodegradation of Building Materials]. In: *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Biopovrezhdeniya i biokorroziya v stroitel'stve»*. Saransk, Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta [Publishing House of Mordovian University], 2004, pp. 73–84. (In Russ.)
20. Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Bogatov A.D., Fedortsov V.A. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya biokorrozii polimerbetonov polimerbetonov [Fundamentals of Mathematical Modeling of Biocorrosion of Polymer Concretes]. In: *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental Research]*, 2014, no. 12–4, pp. 701–707. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36174> (Accessed 09/29/2025). (In Russ.)
21. Fedortsov V.A., Fedortsov A.P., Bogatov A.P., Erofeev V.T. Soprotivlenie stroitel'nykh kompozitov agressivnym fiziko-khimicheskim i biologicheskim sredam i teoreticheskie osnovy ego prognozirovaniya i povysheniya. Chast' 1. Soprotivlenie stroitel'nykh kompozitov agressivnym fiziko-khimicheskim i biologicheskim sredam i teoreticheskie osnovy ego prognozirovaniya prognozirovaniya [Resistance of Building Composites Aggressive Environments and Theoretical Bases for Its Forecasting and Increase. Part 1. Resistance of Building Composites to Aggressive Physical, Chemical and Biological Environments and Theoretical Foundations for Its Prediction]. In: *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction]*, 2025, no. 3, pp. 117–127. DOI: 10.22337/2077-9038-2025-3-117-127. (In Russ., abstr. in Engl.)