

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 125–131.

Academia. Architecture and Construction, № 3, стр. 125–131.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 692.2

doi: 10.22337/2077-9038-2022-3-125-131

**Покровская Елена Николаевна** (Москва). Доктор технических наук. Кафедра комплексной безопасности в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (129337, Москва, Ярославское шоссе, 26. НИУ МГСУ). Эл. почта: [elenapokrovskaya@bk.ru](mailto: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](mailto:poltarukha@rambler.ru).

**Pokrovskaya Elena N.** (Moscow). Doctor of Technical Sciences. 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](mailto:elenapokrovskaya@bk.ru).

**Poltarukha Oleg P.** (Moscow). Candidate of Biological Sciences. Senior Researcher, Laboratory of Tropical Technologies Institute of Problems of Ecology and Evolution. A.N. Severtsov RAS (33, Leninsky prosp., Moscow, 119071. IEE RAS). E-mail: [poltarukha@rambler.ru](mailto:poltarukha@rambler.ru).

## Биокоррозия фресок баптистерия храма преподобных Зосимы и Савватия Соловецких Свято-Троицкой Сергиевой Лавры

*Аннотация.* В статье обсуждается разрушение фресок баптистерия храма преподобных Зосимы и Савватия Соловецких Свято-Троицкой Сергиевой Лавры. Через некоторое время после росписи стен подклета храма фресками было обнаружено их разрушение под действием микроорганизмов, а также увеличение влажности стен. Выполненное исследование показало, что причинами этого было неправильное устройство гидроизоляции крыши храма, а также его фундамента. После проведенного в 2014 году частичного ремонта кровли и фундамента, а также установки в помещениях баптистерия осушителей воздуха состояние внутренних помещений баптистерия значительно улучшилось.

Тем не менее, как показал осмотр (февраль, 2022), поступление значительного количества влаги через стены во внутренние помещения баптистерия продолжается. При этом продолжается разрушение фресок, причём развитие биокоррозии усиливается из-за высолов. В тех помещениях, где влияние работы осушителей воздуха снижено, выявляются сырые участки поверхностей стен.

На основании проведенных исследований и наблюдений были даны рекомендации по предотвращению биологических повреждений росписи стен баптистерия, которые могут быть

использованы для фресок храмов, стены которых подвержены увлажнению.

*Ключевые слова:* Свято-Троицкая Сергиева Лавра, биокоррозия, защита памятников архитектуры от биоразрушения

*Благодарность.* Авторы благодарят ризничего Свято-Троицкой Сергиевой Лавры иеромонаха Сильвестра за постоянное внимание к нашей работе и помощь в её проведении.

### Biocorrosion of Frescoes in the Baptistry of the Church of the Saint Zosima and Savvatiy of Solovetsky of the Holy Trinity Sergius Lavra

*Abstract.* The article discusses the destruction of the frescoes in the baptistry of the church of the Monk Zosima and Savvatiy Solovetsky of the Holy Trinity Sergius Lavra. Some time after the walls of the basement of the temple were painted with frescoes, their destruction under the action of microorganisms, as well as an increase in the humidity of the walls, were discovered. The study showed that the reasons for this were due to the improper waterproofing of the roof of the temple, as well as its foundation. After the partial repair of the roof and foundation, carried out in 2014, as well as the installation of dehumidifiers in the baptistry, the condition of the interior of the baptistry has improved significantly.

However, as shown by the inspection conducted in February 2022, the flow of a significant amount of moisture through the walls into the interior of the baptistery continues. At the same time, the destruction of frescoes continues, and the development of biological damage is intensified due to efflorescence. In those rooms where the influence of the operation of air dehumidifiers is reduced, areas are identified where the wall surfaces are damp.

Based on the research and observations carried out, recommendations were given to prevent biological damage to the wall paintings of the baptistery, which can be used for the frescoes of temples, the walls of which are subject to moisture.

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

*Acknowledgments.* The authors would like to thank the sacristan of the Holy Trinity Sergius Lavra, Hieromonk Sylvester, for his constant attention to our work and assistance.

Храм преподобных Зосимы и Савватия Соловецких (далее храм прпп. Зосимы и Савватия) Свято-Троицкой Сергиевой Лавры был построен в 1635–1637 годы, имеет богатую историю [1; 2] и представляет большую историческую, культурную и художественную ценность (рис. 1). Как показали результаты исследований [3; 4], в настоящее время многие памятники архитектуры Свято-Троицкой Сергиевой Лавры в той или иной степени подвергаются биоповреждениям, вызванным, главным образом, микроорганизмами. К сожалению, храм Зосимы и Савватия не стал исключением.

В 2002 году в подклете храма прпп. Зосимы и Савватия был устроен баптистерий. В помещении установили крестильную ванну, а стены были расписаны фресками А.Н. Солдатовым. С целью защиты от биокоррозии стены подклета были обработаны составом «Мипор» на основе фосфорорганических соединений. Биозащитная эффективность препаратов на основе фосфорорганических соединений была ранее подтверждена результатами многочисленных работ [5; 6]. Состав «Мипор» в течение более чем двадцати лет широко использовался для биоцидной обработки зданий и сооружений Свято-Троицкой Сергиевой Лавры, в частности, Троицкого собора, надвратного храма в честь Рождества Иоанна Предтечи, церкви во имя Смоленской иконы Божьей Матери, Покровского собора в Московской духовной Академии, библиотеки и других зданий Академии, Больничных и Казначейских палат [3; 4]. При этом было определено, что препарат нейтрален к поверхностям, покрытым живописными материалами, не вызывает никаких изменений колорита, тона, фактуры и т.д. Взятые вскоре после обработки микологические анализы показали отсутствие мицелия и спор плесневых грибов.

Со временем было обнаружено увеличение влажности стен справа и слева от входа в алтарную часть баптистерия, а также разрушение фресок (рис. 2 а). Микробиологическое обследование (рис. 2 б) выявило наличие следующих видов



а)



б)

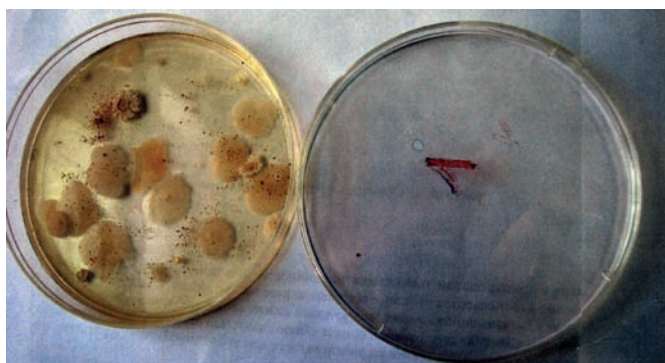
Рис. 1. Храм прпп Зосимы и Савватия Троице-Сергиевой Лавры<sup>1</sup>: а) общий вид; б) интерьер баптистерия с крестильной ванной

<sup>1</sup> Статья проиллюстрирована фото, выполненными авторами статьи в храме прпп. Зосимы и Савватия.

биоразрушителей – плесневых грибов родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, дрожжевых грибов родов *Candida*, *Lipomices*, бактерий рода *Pseudomonas*, актиномицетов рода *Actinomyces*. 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 16000-17-2012<sup>2</sup>.



а)



б)

Рис. 2. Биокоррозия фрески баптистерия в храме прпп. Зосимы и Савватия Троице-Сергиевой Лавры: а) фрагмент фрески; б) чашка Петри с колониями микроорганизмов, выросшими из образцов штукатурки, взятых в баптистерии. Фото 2021 года

Результаты исследования приведены в таблице 1. Следует подчеркнуть, что некоторые из найденных видов, в первую очередь, представители рода *Paecilomyces*, могут представлять опасность для человека, вызывая глубокие системные микозы [7–10]. Были выявлены высокие концентрации жизнеспособных спор плесневых грибов на исследованных поверхностях.

Также методом седиментации, как это указано в ГОСТ Р ИСО 16000-17-2012, измерялась концентрация жизнеспособных спор микроорганизмов в воздухе внутренних помещений. Для этого открытые чашки Петри с питательной средой помещали в разные места помещения и выдерживали в течение получаса, после чего накрывали их крышками и выдерживали в благоприятных для микроорганизмов условиях. Результаты исследования, приведённые в таблице 2, показали высокие концентрации в воздухе спор видов биоразрушителей. Это позволило дополнить данные, полученные при анализе поражённых поверхностей.

Даже в ходе визуального осмотра внутренних помещений храма отмечалась повышенная влажность в баптистерии, несущая стена которого была постоянно мокрой. Измерения подтвердили данные осмотра и показали, что влажность стен баптистерия в три-четыре раза выше, чем в других помещениях. Карта увлажнения (рис. 3) демонстрирует, что увлажнение стен имеет неравномерный характер и увеличивается в три раза в направлении сверху вниз, достигая максимума

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО 16000-17-2012. Национальный стандарт Российской Федерации «Воздух замкнутых помещений». Часть 17. Обнаружение и подсчёт плесневых грибов. Метод культивирования (<http://vsegest.com/Catalog/98/984.shtml>).

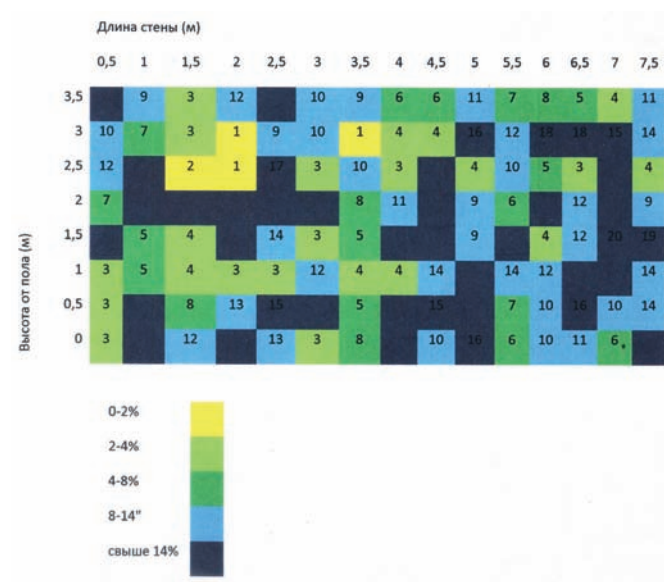


Рис. 3. Карта увлажнения стены, расположенной справа от алтарной части баптистерия. 2012 год

на уровне пола. В некоторых местах влажность превышает допустимые нормы в шесть и более раз.

Проведённое исследование показало, что основной причиной повышенной влажности являются регулярные протечки с крыши смотровой площадки (гульбища), находящейся над баптистерием. Эти протечки связаны с неправильно обустроенной кровлей, в первую очередь в области её примыкания к несущим стенам и водосточным трубам. Другой причиной повышенной влажности является неправильно обустроенная или отсутствующая гидроизоляция фундамента, из-за чего происходит капиллярный подсос дождевых и талых вод в области примыкания к почве несущих конструкций. Также определённую роль играет высокая проницаемость стен для воды, связанная с возможными пустотами в связующем растворе и трещинами в кладке, а также с неоднородностью кирпичной кладки из-за использования при сооружении и ремонте храма разноразмерного кирпича. Теоретическим вопросам биокоррозии различных строительных материалов посвящены многочисленные работы. Среди них в первую очередь можно назвать [11–15]. Указанные обстоятельства создают благоприятную среду для роста плесневых грибов

и бактерий, которые не только способствуют разрушению внутренней росписи подклета, но и могут представлять опасность для несущих конструкций, а также для здоровья людей, посещающих баптистерий. При обильном увлажнении стен происходит частичная диффузия биоцидного препарата «Мипор» во влажную плёнку на поверхности фресок, что может снижать его эффективность.

В 2014 году был произведён частичный ремонт кровли гульбища, а также гидроизоляции фундамента храма. В баптистерии были установлены осушители воздуха, которые продолжают работать практически в непрерывном режиме по настоящее время. Это привело к значительному улучшению состояния баптистерия.

Осмотр внутренних помещений баптистерия, проходивший в феврале 2022 года, показал, что поступление значительного количества влаги через его стены во внутренние помещения продолжается. Однако из-за работы осушителей воздуха влажность стен во внутренних помещениях уменьшилась, что способствовало снижению скорости разрушения фресок. Косвенно о продолжающемся увлажнении стен свидетельствует то, что в алтарной части баптистерия, частично отделённой от его

**Таблица 1. Результаты микологического анализа проб штукатурки со стен баптистерия храма прпп. Зосимы и Савватия**

№ №	Место отбора пробы, характер повреждения	Микроорганизмы, обнаруженные в пробе		Количество жизнеспособных спор на 1 см <sup>2</sup>	Число микроорганизмов в 1 г пробы, КОЕ
		Сусло-агар	Картофельный агар		
1	Низ левого угла алтаря	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichoderma koningii</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Mucor pusillus</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Lyptomyces</i> sp., Грамположительных бактерий нет	>200	6 · 10 <sup>6</sup>
2	Коридор	<i>Trichoderma koningii</i> , <i>Trichoderma viride</i> , <i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Candida</i> sp.	198	5 · 10 <sup>6</sup>
3	Коридор у входа в баптистерий	<i>Alternaria lternate</i> , <i>Trichoderma koningii</i> , <i>Trichoderma viride</i> , <i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	>200	2 · 10 <sup>7</sup>
4	Около вытяжки	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Trichoderma koningii</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	182	3 · 10 <sup>6</sup>
5	С правой разрушенной стены рядом с входом в пом. 4	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Paecilomyces variotii</i> , <i>Actinomyces</i> sp.	<i>Candida</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	116	3 · 10 <sup>6</sup>
6	Из просверленного отверстия в стене справа от алтаря (Под фреской апостола Павла)	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Paecilomyces variotii</i> , <i>Actinomyces</i> sp.	<i>Candida</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	108	3 · 10 <sup>6</sup>
7	Левый угол алтаря	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Paecilomyces variotii</i> , <i>Actinomyces</i> sp.	<i>Candida</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	128	3 · 10 <sup>6</sup>
8	Под фреской апостола Иакова	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Lyptomyces</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	136	3 · 10 <sup>6</sup>

основной части и испытывающей значительно меньшее воздействие осушителей воздуха, выявлены участки, на которых поверхности стен сырые. Фрески на этих участках начинают

**Таблица 2. Результаты микологического анализа проб воздуха из помещений храма Зосима и Саватия**

№ №	Место отбора пробы	Микроорганизмы, обнаруженные в пробе		Кол-во жизнеспособных спор на чашке Петри	Концентрация микроорганизмов в 1 м <sup>3</sup> пробы, КОЕ
		Сусло-агар	Картофельный агар		
1	Вход в помещение 4, коридор	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium biforme</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Candida</i> sp., Грамположительных бактерий нет	25	1,2 · 10 <sup>2</sup>
2	Бортик ванны слева от алтаря напротив входа	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Penicillium biforme</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Penicillium</i> sp., <i>Lipomyces</i> sp., <i>Bacterium</i> sp.	34	1,5 · 10 <sup>2</sup>
3	В центре алтаря на полу	<i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium biforme</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Rhodotorula</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	33	1,4 · 10 <sup>2</sup>
4	Бортик ванны справа от алтаря	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Penicillium biforme</i> , <i>Fusarium</i> sp.	<i>Lipomyces</i> sp.	21	2,8 · 10

разрушаться (рис. 4). Также продолжается разрушение фресок и в основной части баптистерия, причём развитие биокоррозии усиливается из-за высолов (рис. 5). Развитию этих высолов способствует, очевидно, сочетание интенсивного осушения воздуха во внутренних помещениях баптистерия и регулярного увлажнения его стен. Это приводит к тому, что дождевые и почвенные воды, проникающие в стены церкви, просачиваются в поверхностные слои внутренних частей стен и, испаряясь, оставляют на поверхности стен отложения минеральных солей, разрушающих штукатурку, а также красочный слой фресок. Определение солей в разрушенных частях фресок показало высокое содержание в составе высолов хлоридов и сульфатов.

При наружном осмотре храма прпп Зосимы и Савватия легко выявляются такие признаки регулярного и длительного увлажнения стен, как развитие водорослей. Наряду с указанными выше еще одной причиной этого может быть неправильное устройство ливневого водостока. Длительное увлажнение приводит к разрушению каменной кладки в нижней части стен, очевидно, из-за воды, которая, замерзая в щелях, постепенно раскалывает их (рис. 5).

С учётом вышеизложенного для предотвращения дальнейших биологических повреждений росписи стен баптистерия храма прпп. Зосимы и Савватия необходимо:

- 1) регулярно контролировать состояние и, при необходимости, осуществлять ремонт гидроизоляции крыши и фундамента церкви;
- 2) продолжать использование осушителей воздуха для поддержания низкой влажности в баптистерии и прилегающих к нему помещениях;
- 3) сразу после стабилизации влажностного режима в баптистерии и в прилегающих к нему помещениях провести антисептическую обработку биоцидными препаратами, прошедшими длительную успешную апробацию на объектах Свято-Троицкой Сергиевой Лавры.



Рис. 4. Биокоррозия фресок: а) в алтарной части баптистерия; б) на стене слева от алтаря. Видны два осушителя воздуха; в) на стене слева от входа в алтарную часть. Виден осушитель воздуха. Февраль 2022 года



Рис. 5. Фрагмент разрушающейся каменной кладки в основании стены. Февраль 2022 года

\*\*\*

На основании проведённых исследований и наблюдений можно сделать следующие выводы по защите исторических памятников архитектуры от биологического разрушения.

1. В ходе реставрационных работ могут возникать внешне незначительные изменения, приводящие к существенному повышению влажности стен. Эти изменения со временем активизируют процессы биологической коррозии, усиливаемые повышением концентрации солей в поверхностном слое.

2. Достаточно частое периодическое осушение воздуха в помещениях храмов приводит к значительному снижению риска биологических повреждений, но не исключает необходимости проведения периодических обследований и антисептических обработок эффективными биозащитными составами.

#### Список источников

1. Трофимов, И.В. Памятники архитектуры Троице-Сергиевой лавры. Исследования и реставрация / И.В. Трофимов. Текст: непосредственный. – М. : Госстройиздат, 1961. – 246 с.

2. Балдин, В.И. Троице-Сергиева лавра. Архитектурный ансамбль и художественные коллекции древнерусского искусства XIV–XVII вв. / В.И. Балдин. – Текст: непосредственный. – М. : Наука, 1996. – 549 с.

3. 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.

4. Покровская, Е.Н. Биокоррозия, сохранение памятников истории и архитектуры / Е.Н. Покровская, Ю.Л. Ковальчук. – Текст: непосредственный. – М. : МГСУ, 2013. – 212 с. ISBN 978-5-7264-0750-0.

5. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов [и др.]. – Текст: непосредственный. – Саранск : МГУ им. Н.С. Огарёва, 2001 – 194 с. ISBN 5-7103-0539-1.

6. 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://cyberleninka.ru/article/n/himiko-mikologicheskie-issledovaniya-i-uluchshenie-ekologii-vnutri-zdaniy-1> (дата обращения 01.08.2022)

7. Богомолова, Е.В. Потенциально опасные микромицеты жилых помещений / Е.В. Богомолова, И.Ю. Карцидели, Е.А. Миненко. – Текст: непосредственный // Микология и фитопатология. – 2009. – Т. 43 (6). – С. 506–513.

8. Стреляева, А.В. Диагностика и лечение пециломикоза легких / А.В. Стреляева, А.А. Свистунов, Р. Аль Джомма [и др.]. – Текст: непосредственный // Терапевтический архив. – 2015. – № 3 (87). – С. 53–58. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-i-lechenie-petsilomikoz-a-legkih> (дата обращения 17.03.2022).

9. Биоповреждение больничных зданий и их влияние на здоровье человека / В.Б. Антонов, Н.А. Беляков, Н.В. Васильева [и др.]. – Текст: непосредственный. – СПб : СПбМАПО, 2008. – 232 с. ISBN 978-5-89588-30-2.

10. Антонов, В.Б. Микогенные аллергии в городской экосистеме: эпидемиология, клиника, лечение / В.Б. Антонов. – Текст: непосредственный // Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования. – 2010. – Т. 2 (4). – С. 77–81. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikogennye-allergii-v-gorodskoy-ekosisteme-epidemiologiya-klinika-lechenie> (дата обращения 01.08.2022)

11. Биокоррозия цементных бетонов, особенности её развития, оценки и прогнозирования / В.Т. Ерофеев, А.П. Федорцов, А.Д. Богатов, В.А. Федорцов. – Текст: непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–4. – С. 708–716.

12. Старцев, С.А. Проблемы обследования строительных конструкций, имеющих признаки биоповреждения / С.А. Старцев. – Текст: непосредственный // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 7. – С. 41–46

13. Микодеструкция строительных и отделочных материалов внутри помещений / Д.Ю. Власов, Ю.И. Рябушева, Е.В. Сафронова [и др.]. – Текст: непосредственный // Проблемы медицинской микологии. – 2006. – Т. 8 (2). – С. 26–27.

14. Старцев, С.А. Проблемы биоповреждения памятников истории и архитектуры / С.А. Старцев. – Текст: непосредственный // Региональный семинар «Сохранение культурного наследия России. Стратегии. Технологии. Подготовка кадров в области охраны культурного наследия. – СПб – 2005. – Т. 1. – С. 20.

15. Крыленков, В.А. Биоразрушение среды обитания человека в городе – основная угроза безопасности его жизнедеятельности / В.А. Крыленков, С.А. Старцев. – Текст: непосредственный // Гидроизоляционные материалы – XXI век «AquaSTOP»: Сборник докладов 1-ой Международной научно-технической конференции. – СПб. – 2001 – С. 47.

## References

1. Trofimov I.V. Pamyatniki arkhitektury Troitse-Sergievoi lavry. Issledovaniya i restavratsiya [Monuments of architecture of the Trinity-Sergius Lavra. Research and restoration]. Moscow, Gosstroizdat Publ., 1961, 246 p. (In Russ.)
2. Baldin V.I. Troitse-Sergievalavra. Arkhitekturnyi ansambl' i khudozhestvennye kollektsii drevnerusskogo iskusstva XIV–XVII vv. [Trinity-Sergius Lavra. Architectural Ensemble and Art Collections of Old Russian Art of the 14th–17th Centuries]. Moscow, Nauka, 1996, 549 p. (In Russ.)
3. 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: *Building materials. Equipment, technologies of the XXI century* [Building materials. Equipment, technologies of the XXI century], 2006, no. 11, pp. 28–29. (In Russ., abstr. in Engl.)
4. Pokrovskaya E.N., Koval'chuk Yu.L. Biokorroziya, sokhranenie pamyatnikov istorii i arkhitektury [Biocorrosion, preservation of monuments of history and architecture]. Moscow, MGSU Publ., 2013, 212 p. ISBN 978-5-7264-0750-0. (In Russ.)
5. Solomatov V.I., Erofeev V.T., Smirnov V.F., Semicheva A.S., Morozov E.A. Biologicheskoe soprotivlenie materialov [Biological resistance of materials]. Saransk, MRSU Publ., 2001, 194 p. ISBN 5-7103-0539-1. (In Russ.)
6. E.N. Pokrovskaya, Yu.L. Koval'chuk Khimiko-mikologicheskie issledovaniya i uluchshenie ekologii vnutri zdaniy [Chemical and mycological research and improvement of ecology inside buildings] In: *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*, 2012, no 8, pp. 181–187. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himiko-mikologicheskie-issledovaniya-i-uluchshenie-ekologii-vnutri-zdaniy-1> (Accessed 01/08/2022). (In Russ.)
7. Bogomolova E.V., Kartsideli V. I.Yu., Minenko E.A. Potentsial'no opasnye mikromitsety zhilykh pomeshchenii [Potentially dangerous micromycetes of residential premises]. In: *Mikologiya i fitopatologiya [Mycology and Phytopathology]*, 2009, Vol. 43 (6), pp. 506–513. (In Russ., abstr. In Engl.)
8. Strelyaeva A.V., Svistunov A.A., Dzhomaa R.A., Sapozhnikov S.A., Chebyshev N.V., Ashurov A.A., Maksimov M.L., Lazareva N.B., Gabchenko A.K., Sadykov V.M. Diagnostika i lechenie petsilomikozalegkikh [Diagnosis and treatment of pecilomycosis of the lungs]. In: *Terapevticheskii arkhiv [Therapeutic archive]*, 2015, no. 3 (87), pp. 53–58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-i-lechenie-petsilomikoza-legkih> (Accessed 03/17/2022). (In Russ., abstr. in Engl.)
9. Antonov V.B., Belyakov N.A., Vasilyeva N.V., Elinov N.P., Startsev S.A., Khurtsilava O.G., Shcherbo A.P. Biopovrezhdenie bol'nichnykh zdaniy i ikh vliyanie na zdorov'e cheloveka [Bio-damage of hospital buildings and their impact on human health]. Saint-Petersburg, SPbMAPO Publ., 2008, 232 p. ISBN 978-5-89588-30-2 (In Russ., abstr. In Engl.)
10. Antonov V.B. Mikogennye allergii v gorodskoi ekosisteme: epidemiologiya, klinika, lechenie [Mycogenic allergies in the urban ecosystem: epidemiology, clinic, treatment]. In: *Vestnik Sankt-Peterburgskoy medicinskoi akademii poslediplomnogo obrazovaniya [Bulletin of the St. Petersburg Medical Academy of Postgraduate Education]*, 2010, V. 2 (4), pp. 77–81. <https://cyberleninka.ru/article/n/mikogennye-allergii-v-gorodskoy-ekosisteme-epidemiologiya-klinika-lechenie> (Accessed 01/08/2022) (In Russ., abstr. in Engl.)
11. Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Bogatov A.D., Fedortsov V.A. Biokorroziya tsementnykh betonov, osobennosti ee razvitiya, otsenki i prognozirovaniya [Biocorrosion of cement concrete, features of its development, evaluation and forecasting]. In: *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]*, 2014, no 12 (4), pp. 708–716. (In Russ.)
12. Startsev S.A. Problemy obsledovaniya stroitel'nykh konstruktsii, imeyushchikh priznaki biopovrezhdeniya [Problems of inspection of building structures with signs of bio-damage]. In: *Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal [Magazine of Civil Engineering]*, 2010, no 7, pp. 41–46. (In Russ., abstr. in Engl.)
13. Vlasov D.Yu., Ryabusheva Yu.I., Safronova E.V., Startsev S.A., Krylenkov V.A. Mikodestruktsiya stroitel'nykh i otdelochnykh materialov vnutri pomeshchenii [Myco-destruction of building and finishing materials indoors]. In: *Problemy medicinskoj mikologii [Problems in medical mycology]*, 2006, V. 8 (2), pp. 26–27. (In Russ., abstr. In Engl.)
14. Startsev S.A. Problemy biopovrezhdeniya pamyatnikov istorii i arkhitektury [Problems of bio-damage of historical and architectural monuments]. In: *Regional'nyj seminar «Sokhranenie kul'turnogo naslediya Rossii. Strategii. Tekhnologii. Podgotovka kadrov v oblasti okhrany kul'turnogo naslediya» [Regional seminar «Preservation of the cultural heritage of Russia. Strategies. Technologies. Training of personnel in the field of cultural heritage protection»]*. Saint-Petersburg, 2005, V. 1, p. 20. (In Russ.)
15. Krylenkov V.A., Startsev S.A. Biorazrushenie sredy obitaniya cheloveka v gorode – osnovnaya ugroza bezopasnosti ego zhiznedeyatel'nosti [The biodegradation of the human habitat in the city is the main threat to the safety of his life]. In: *Gidroizolyatsionnye materialy – XXI vek «AquaSTOP»: Sbornik dokladov. 1-oj Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoj konferentsii [Waterproofing materials – XXI century "AquaSTOP": Collection of reports 1st International Scientific and Technical Conference]*. Saint-Petersburg, 2001, p. 47. (In Russ.)