

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, СПОСОБСТВОВАВШИЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ УСЛОВИЙ СОХРАННОСТИ
КОНСТРУКЦИЙ И УНИКАЛЬНОЙ ЖИВОПИСИ СПАССКОЙ ЦЕРКВИ
В ХОДЕ ПРОЕКТНЫХ И РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАБОТ**

В. Б. ДОРОХОВ

*(Государственный научно-исследовательский институт реставрации,
Москва, Россия; Московская духовная академия
Русской Православной Церкви)
ORCID <https://orcid.org/0009-0000-2650-458X>*

Н. Ю. ПИНТЕЛИН

*(Государственный научно-исследовательский институт реставрации,
Москва, Россия; Православный Свято-Тихоновский
гуманитарный университет, Москва)
ORCID <https://orcid.org/0009-0008-5392-2697>*

В статье рассматривается процесс обеспечения тепловлажностных условий сохранности памятника архитектуры XII в. с настенной живописью в ходе проведения научной реставрации и сопровождения проектных и реставрационных работ. Описаны экспериментальные работы по обеспечению сохранности, позволившие принимать оперативные меры для стабилизации условий сохранности в процессе производства работ и послужившие основой проектных решений в части обеспечения температурно-влажностного режима памятника.

Ключевые слова: температурно-влажностный режим, крипта, условия сохранности исторического наследия, микроклимат, памятники архитектуры, влагозащита фундаментов.

**TECHNOLOGICAL SOLUTIONS THAT CONTRIBUTED TO ENSURING
THE THERMAL AND MOISTURE CONDITIONS FOR THE PRESERVATION
OF STRUCTURES AND THE UNIQUE PAINTING OF THE SAVIOR CHURCH
DURING DESIGN AND RESTORATION WORK**

V. DOROKHOV

*(State Research Institute of Restoration, Moscow, Russia;
Moscow Theological Academy)*

N. PINTELIN

*(State Research Institute of Restoration, Moscow, Russia;
The Saint Tikhon's Orthodox University of Humanities, Moscow)*

The article discusses the process of ensuring the thermal and moisture conditions for the preservation of the monument of architecture of the XII century. with wall paintings during scientific restoration and support of design and restoration work. Experimental

conservation work is described, which made it possible to take operational measures to stabilize conservation conditions during the production process and served as the basis for design decisions regarding the temperature and humidity regime of the monument.

Keywords: *temperature and humidity conditions; crypt, historical heritage preservation conditions, microclimate, architecture monuments, moisture protection of foundations.*

Спасо-Преображенская церковь XII в. в г. Полоцке, основанная преподобной Евфросинией Полоцкой, неоднократно перестраивалась на протяжении прошедших веков. Были переделаны фасады, убраны галереи. Когда храм находился во владении католических монахов, под ним была устроена крипта. В течение XIX и XX вв. предпринимались усилия по реставрации и ремонту памятника, в начале XXI в. было принято решение на государственном уровне о проведении научной реставрации памятника и, по возможности, возвращении церкви первоначального облика. После этого примерно 10 лет велись работы по исследованию Спасо-Преображенской церкви и сохранению её живописи. В ходе работ была проделана уникальная операция – масляная живопись XIX в. была снята большими фрагментами и перенесена на твердые носители, которые после разместили в местном музее. Открылась подлинная фресковая роспись XII в., созданная при преподобной Евфросинии: в храме сохранилось около 90% первоначальных фресок.

К 2015 г. в ходе подготовки к реставрации были выявлены проблемы с температурно-влажностным режимом и было принято решение обеспечить необходимый для работ температурно-влажностный режим воздуха и конструкций храма, способный обеспечить его сохранность после завершения реставрации. Перед началом работ перед специалистами по климату памятников реставраторами и пользователем храма (т.е. Спасо-Евфросиньевским женским монастырем) были поставлены следующие задачи:

- Определение причин увлажнения и образования микробиоты на конструкциях и живописи.
- Определение причин повышенной влажности воздуха.
- Принятие оперативных мер по улучшению тепловлажностных условий сохранности уникальной живописи при богослужебном и экскурсионном использовании памятника в ходе реставрационных работ и после их завершения.

Специалисты ГОСНИИР, занимающиеся строительной теплофизикой объектов культурного наследия, используя опыт работы на древних церковных памятниках и разработанную в начале 1990-х гг. комплексную методику неразрушающих исследований ТВР храмов, приступили к работам.

Выполненные за период 2015–2024 гг. работы можно разделить на два основных периода. В 2015–2018 гг. выполнялись следующие, в основном исследовательские, работы:

- обзорные тепловизионные измерения температурных полей конструкций памятника в интерьере и по фасадам – 2-3 раза в год;
- периодические измерения климатических параметров в отдельных точках четверика, хор и крипты;
- измерения распределения влагосодержания конструкций неразрушающим методом 2-3 раза в год;
- изучение микробиоты на поверхности конструкций и живописи;

- мероприятия по совершенствованию вентиляции основного объема храма (установка АУ, использование вентиляторов и проветривание) – 2017 г.;
- мероприятия по управлению микроклиматом в крипте, которые позволили проходить этапам с мокрыми реставрационными процессами без негативного воздействия на сохранность живописи – 2017–2018 гг. с включением разработанного подхода в проект реставрации;
- внедрение современных материалов при устройстве гидроизоляции фундаментов, способствующих просушиванию защищаемых конструкций.

На рисунке 1 приведены примеры результатов тепловизионной съемки фрагментов фасадов храма. Температурные аномалии, выявленные при этой съёмке, соответствовали влажностным аномалиям изнутри конструкций, определённым при помощи влагомеров. То есть, при определённых условиях, тепловизор использовался нами для оценки полей влажности по площади конструкций.

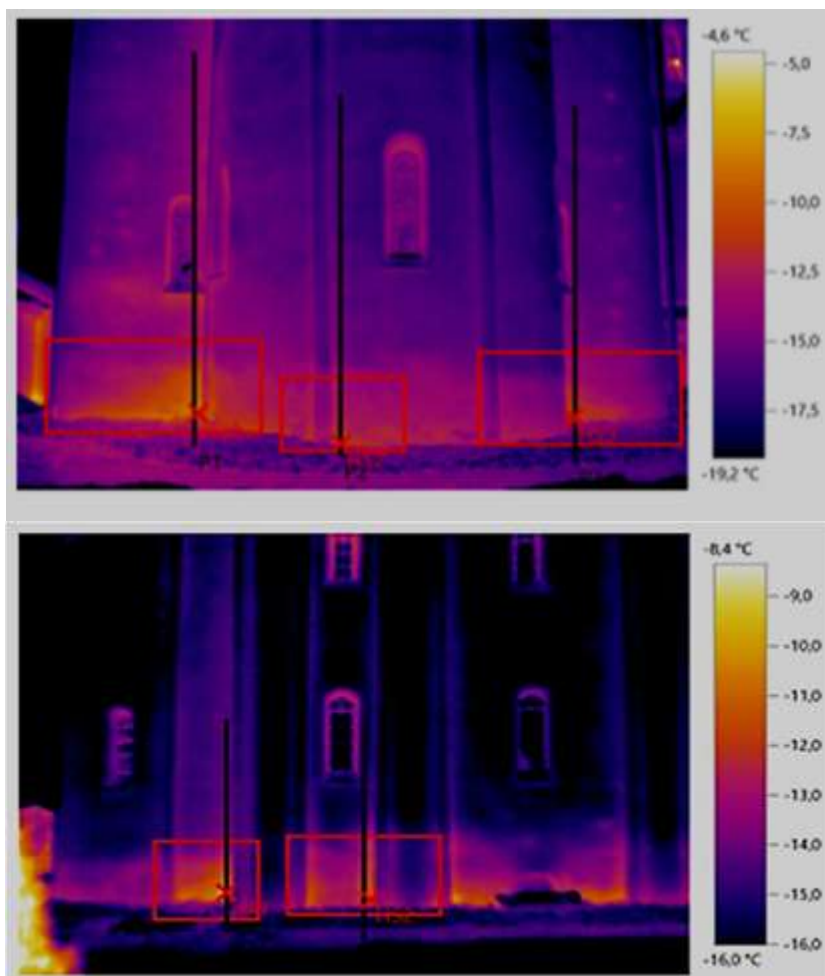


Рисунок 1. – Термограммы участков восточного и северного фасадов храма

Также специалистами 2–4 раза в год выполнялись измерения влажности материалов и температуры поверхности конструкций. Охват обследования, на первом ярусе (рисунок 2), в крипте храма и на чердачном пространстве составил около 50 контрольных сечений, каждое из сечений насчитывает от 3 до 5 точек, а в каждой точке выполнялось три замера двумя влагомерами с разной глубиной измерения и ИК-термометром (пирометром). Таким образом, один цикл обследования Спасской церкви – это свыше 600 измерений, характеризующих температурное и влажностное состояние конструкций. Циклы измерений проводились 3–5 раз в год, что дало представление о динамике влажности и температуры материалов конструкций. С учетом эксплуатационных ограничений эти измерения продолжают и после завершения реставрации.

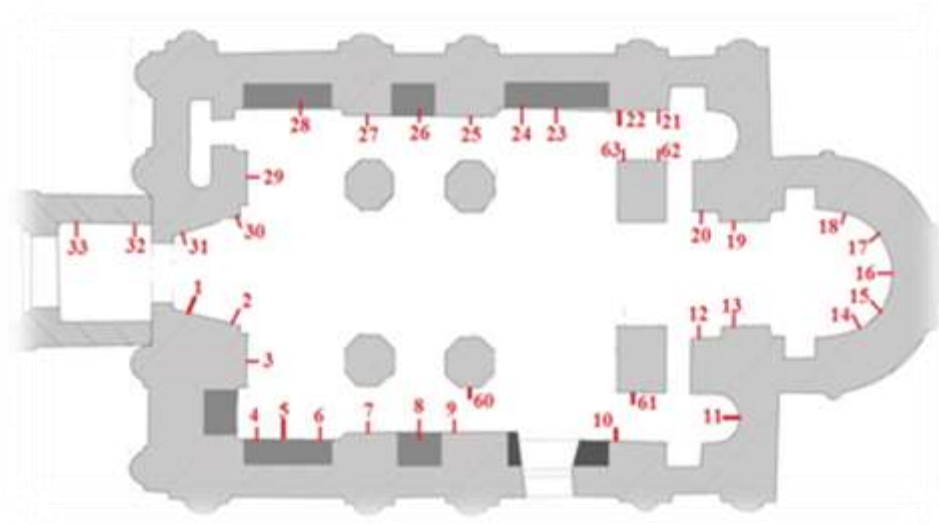


Рисунок 2. – Расположение контрольных сечений на плане первого яруса храма

Результаты наблюдений за микроклиматическими параметрами в четверике показали необходимость проведения практических мероприятий по снижению влажности воздушной среды памятника в ходе реставрационных работ. Под методическим руководством сотрудников ГОСНИИР летом 2017 г. были изготовлены и установлены в два окна барабана аэрационные устройства для обеспечения фоновой вентиляции с естественным побуждением [1; 2]. Также была адаптирована методика проветривания, определены и согласованы используемые в этом процессе оконные проемы и имеющиеся в наличии вытяжные вентиляторы.

Существование созданной во времена правления иезуитов крипты вызывало серьезные дискуссии среди участников процесса реставрации, было принято решение оставить её конструкции в неизменном виде как подлинную, хотя и позднюю, часть памятника. При создании крипты была изменена конструктивная схема памятника, что повлекло необходимость устройства повышенных полов и, в свою очередь, скрыло ряд нижних фрагментов первоначальной фресковой живописи. В дальнейшем последовало создание диафрагм в пространстве коридоров крипты для увеличения жёсткости конструкций.

Были выявлены следующие теплофизические проблемы в памятнике, связанные с наличием крипты [3]. Реставрационный сезон 2017 г. сопровождался неблагоприятными погодными условиями с обильными осадками. При этом обширные вычинки фундаментов в южной части храма и устройство дополнительных диафрагм в крипте, сопровождавшиеся применением мокрых процессов, были завершены только в конце осени. Столь неблагоприятное сочетание погодных, сезонных и производственных факторов привело к ухудшению условий сохранности живописи, были отмечены признаки активизации биопоражений. В качестве эксперимента, специалистами лаборатории была предложена методика климатизации крипты с использованием методики ограниченного обогрева и принудительного осушения воздуха.

В ноябре 2017 г. при содействии монастыря специалисты лаборатории установили и настроили необходимое оборудование. В первые недели после внедрения данной методики были отмечены положительные изменения в условиях сохранности живописи, наметилась стабилизация влажностного режима конструкций. В феврале 2018 г. были выполнены доработки этой системы, направленные на улучшение циркуляции воздуха в объеме крипты. Внедрение доработок позволилократно увеличить суточный сбор воды из воздуха крипты, управление влажностью в крипте, в свою очередь, позволило ей выступить своеобразным демпфером на пути парообразной и жидкой влаги из грунта и фундаментов к конструкциям с фресками [3]. Полученные результаты, в немалой степени улучшившие влажностный режим памятника, легли в основу реализованных в настоящее время проектных решений.

Так же осенью 2017 г. при консервации раскопа и устройстве глиняного замка вдоль южной стены храма специалистами лаборатории было предложено дополнить проект гидроизоляции фундаментов мембраной типа «Planter». Важным преимуществом этой мембраны является её способствование осушению защищаемых конструкций. Эффект достигается за счет формирования у поверхности защищаемой конструкции сети мелких продухов, формируемой круглыми выступами на поверхности мембраны. Полученный положительный результат от внедрения данного материала послужил основанием для применения мембраны на остальных участках конструкций храма. Узел защиты верхней кромки мембраны был разработан конструктором проекта с учетом рекомендаций специалистов ГОСНИИР.

В период с 2019 по 2025 годы перечень работ, осуществляемых специалистами ГОСНИИР, расширился:

- Продолжены исследования предыдущего периода.
- Создана система дистанционного мониторинга, что позволило вести контроль за тепловлажностными характеристиками в онлайн-режиме. Появилась возможность своевременного контроля в режиме онлайн за тепловлажностными воздействиями реставрационных работ и экскурсионной работы на ТВР памятника. Подключение системы к интернету дало простор для дистанционного обсуждения причин воздействий и путей их устранения совместно хранителями памятника и специалистами по климату при любом их местонахождении. Кроме того, была реализована практика контроля ТВР памятника специалистами лаборатории климата ГОСНИИР;
- Разработка и участие в согласовании проектных предложений, совместная работа с проектной группой АО «Белреставрация», основанная на результатах исследований и проведенных мероприятий по управлению климатом в предыдущие периоды.

В 2019 году, после начала централизованного финансирования работ по изучению и совершенствованию тепло-влажностных условий сохранности, специалистами ГОСНИИР, как уже упоминалось, была создана и введена в строй многоканальная автоматическая система онлайн-контроля параметров ТВР. На Рисунках 3 и 4 приведены расположения радиоканальных датчиков температуры и влажности воздуха и температуры поверхности конструкций на плане и разрезе храма. Использование радиоканальных датчиков позволило создать систему мониторинга, которая, с одной стороны, обеспечивает некоторую гибкость в условиях проведения реставрационных работ, а с другой – не требует для своего внедрения вмешательств, повреждающих живопись или конструкции. Программное обеспечение системы мониторинга позволяет накапливать данные о температуре и влажности с установленной нами периодичностью в 30 минут. Эти данные через выбранный интервал времени передаются через сеть Интернет лицам и организациям, занимающимся обеспечением сохранности памятника. Данные могут передаваться в виде регулярных отчетов, а также оповещений о выходе значений контролируемых параметров из установленного диапазона. Это позволяет оперативно подключать специалистов ГОСНИИР и других организаций для дистанционных консультаций по обеспечению условий сохранности памятника при возникновении внештатных ситуаций. Система эффективно отработала пять лет и в настоящее время используется для контроля микроклимата при нарастающей экскурсионной посещаемости уникального культового объекта, связанного с памятью Преподобной Евфросинии.



Рисунок 3. – Расположение датчиков системы мониторинга на плане храма

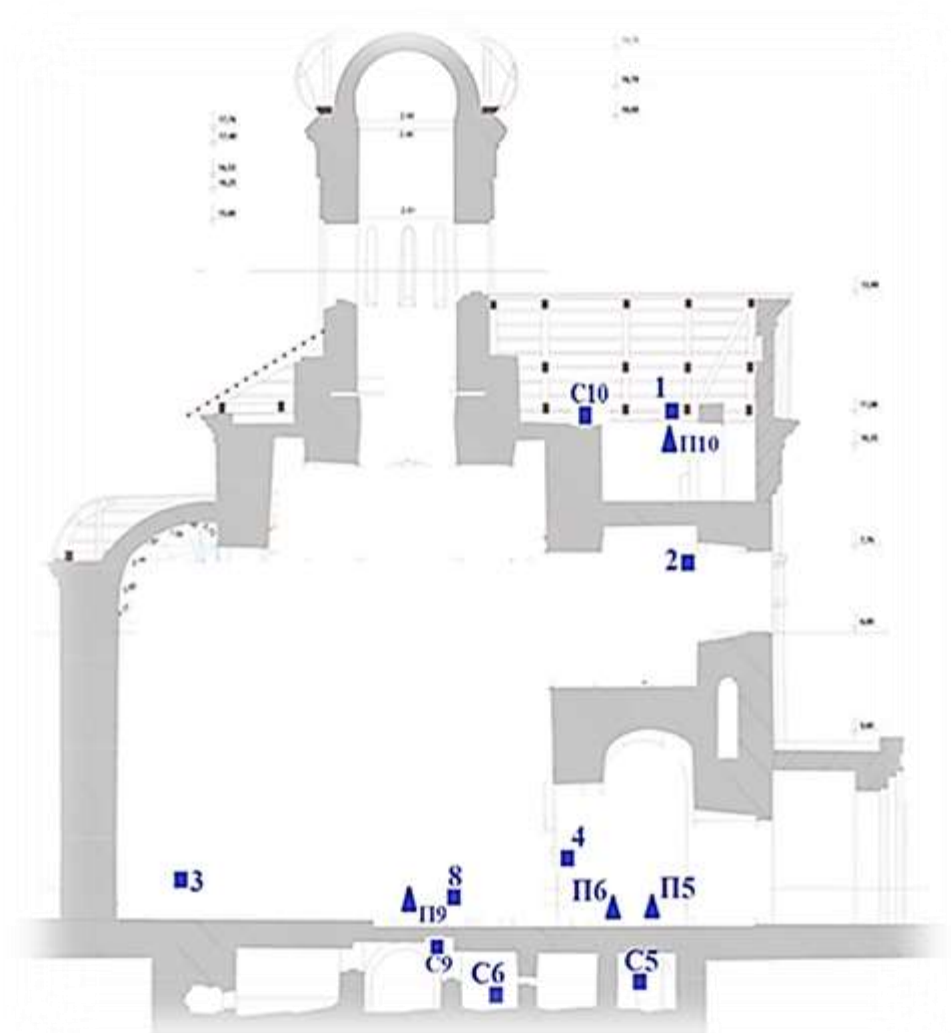


Рисунок 4. – Расположение датчиков системы мониторинга на разрезе храма

Описанные алгоритмы работы по обеспечению контроля памятников совместно с хранителями осуществлялись нашей лабораторией на нескольких памятниках в России: Псков, Ярославль, Свяжск, Керчь. В настоящее время масштабные системы контроля температурно-влажностного режима создаются с участием специалистов лаборатории в Ансамбле Новодевичьего монастыря (Москва) и в городе Туркестан (Республика Казахстан) на памятнике конца XV века – мавзолее ходжи Ахмеда Ясави.

Создаваемые нами системы мониторинга условий сохранности памятников позволяют следить за ТВР памятника в режиме реального времени [4]. Тем самым осуществляется пункт 4 Венецианской хартии, международного документа, устанавливающего порядок сохранения и реставрации памятников для следующих поколе-

ний «КОНСЕРВАЦИЯ ПАМЯТНИКОВ ПРЕДПОЛАГАЕТ ПРЕЖДЕ ВСЕГО ПОСТОЯНСТВО УХОДА ЗА НИМИ». Иными словами, мониторинг и предпринимаемые на основе его результатов действия – это есть практические предпосылки постоянства ухода за памятником [4].

В ходе совместных работ с Проектным филиалом АО «Белреставрация» специалистами ГОСНИИР также решался ряд организационных задач по разработке рекомендаций, направленных на совершенствование тепло-влажностных условий сохранности и поддержку принятых проектных решений при согласовании в Государственной экспертизе.

Одной из таких задач была разработка предложений по совершенствованию условий сохранности фрагментов настенной живописи, находящихся между современными деревянными полами и историческим каменным полом. Обособленность данного объема подразумевает низкую подвижность воздуха, что в свою очередь является фактором, благоприятствующим развитию биопоражений. Специалистами лаборатории был выполнен анализ расположения фрагментов живописи и предложена схема организации вытяжной вентиляции межпольного пространства (рисунок 5). Предложенное решение подразумевало прокладку воздуховодов под полом и побуждение движения воздуха практически во всех подпольных зонах расположения фрагментов живописи, при этом осуществляется приток воздуха через щели в деревянном полу и вдоль стен из четверика. Вытяжка из сборного воздуховода подпольного пространства организуется принудительно, через отверстие вблизи западной двери в крипту. Данное решение было принято за основу и, несмотря на его необычность прошло Государственную экспертизу Республики Беларусь и в настоящий момент реализовано на памятнике.

В процессе реставрации возникали ситуации, требующие дополнительных рекомендаций для разработки проектных решений, а также практических мероприятий, направленных на компенсацию влияния проводимых работ на условия сохранности. Наиболее ярким примером является этап реставрации барабана. Для выполнения данных работ вокруг барабана были установлены леса с защитой от воздействия атмосферных осадков. Это создало условия, в которых аэрационные устройства в окнах барабана стали неработоспособны. При этом практически прекратилась естественная вентиляция памятника, в котором были установлены внутренние леса и шла обширная реставрация настенной живописи. Специалистами ГОСНИИР были разработаны и смонтированы, с участием сотрудников монастыря, временные системы принудительной вытяжной вентиляции. Данные системы были установлены в проемы вместо аэрационных устройств в юго-восточном и северо-западном окнах барабана и при помощи утепленных гибких транзитных воздуховодов удаляли вытяжной воздух за пределы защитного ограждения барабана. Побуждение в данных системах осуществлялось с помощью канальных вентиляторов, заблокированных с обратными клапанами, что позволяет исключить задувание внешнего воздуха, которое, в свою очередь, может спровоцировать эффект «опрокинутой» вентиляции, заперев внутри храма влажный воздух с возникающими при реставрационных работах аэрозольными и газовыми загрязнениями. Питание вентиляторов было обеспечено от рабочей электросети, которой оснащены реставрационные леса. Управление временными вытяжками осуществлялось с использованием механических таймеров, которые были настроены на поочередную работу вентиляторов, что позволяло обеспечивать практически непрерывное функционирование вытяжной вентиляции, при рациональном расходовании ресурса вентиляторов.

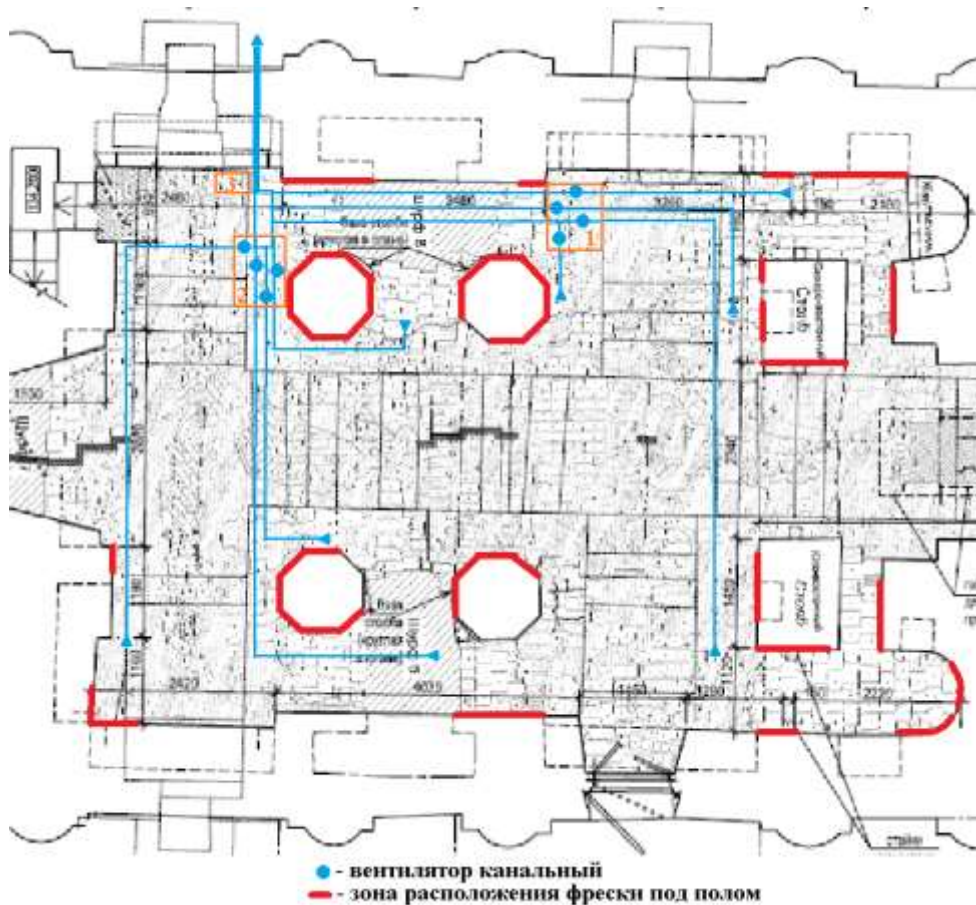


Рисунок 5. – Рекомендованная схема организации вытяжной вентиляции из пространства между полами храма

Также в ходе реставрации барабана был раскрыт рельефный архитектурный декор. Обеспечить сохранение этих элементов при возможности их постоянного показа оказалось крайне затруднительно по целому ряду причин, в том числе из-за неминуемого снижения теплотехнических характеристик конструкций барабана. Было принято решение оставить элементы под новой штукатуркой и максимально бережно законсервировать их. Цель консервации – сохранность открытых в процессе реставрации элементов на будущее – с возможностью дальнейшего изучения и обеспечения показа при более совершенных технологиях сохранения. По результатам обобщения предложений, поступивших от художников, архитекторов и технологов, специалистами ГОСНИИР была рекомендована установка в ниши с раскрытыми элементами защитных пакетов, изготовленных из паропроницаемой мембраны и заполненных пенополистирольными шариками, с последующим оштукатуриваем. Данное решение позволило защитить законсервированные элементы декора перед нанесением штукатурки и компенсировать потери теплотехнических свойств конструкции барабана. В то же время такое решение является обратимым и позволит

в дальнейшем получить доступ к защищаемым элементам декора без прямого воздействия на них.

В данной статье приведены отдельные значимые решения, которые показывают необходимость обеспечения тепловлажностных условий сохранности в ходе реставрационных работ на основе проводимого контроля температурно-влажностного режима воздушной среды и конструкций реставрируемого памятника. Опыт показал, что без контроля за параметрами и принятия оперативных мер по устранению выявляемых отклонений от условий сохранности, процесс реставрации памятника может существенно ухудшить состояние настенной фресковой живописи. Также показана необходимость перехода от контроля условий сохранности при реставрации к контролю после завершения реставрации для обеспечения сохранности памятника в режиме его повседневного бытования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин, И. В. Использование аэрационных устройств для нормализации ТВР в памятниках архитектуры / И. В. Фомин, Б. Т. Сизов // Проблемы сохранения, консервации, реставрации и экспертизы музейных памятников : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Киев, 2005. – С. 84–87.
2. Дорохов, В. Б. Развитие систем естественной вентиляции церковных зданий / В. Б. Дорохов, И. В. Фомин // Земля Псковская, древняя и современная : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 135-летию Псковского музея, 28–29 ноября 2011 г. – Псков, 2011.
3. Дорохов, В. Б., Влияние температурно-влажностного режима заглубленных объемов на сохранность памятников архитектуры с монументальной живописью на примере Спасо-Преображенского храма города Полоцка / В. Б. Дорохов, Н. Ю. Пинтелин, Д. Ю. Желдаков // Строительство и реконструкция. – 2021. – № 6. – С. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2021-98-6-43-49>.
4. Dorokhov, V. Control of Temperature and Humidity Conditions of Church Buildings-Architectural Monuments as a Method of Preservation / V. Dorokhov, N. Pintelin // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies IOP Conf. – Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 032076 IOP Publishing. – URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/463/3/032076/pdf>.