

ГОСНИИР

**Художественное наследие.
Исследования. Реставрация.
Хранение.**

Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

№4 2024

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РЕСТАВРАЦИИ» (ФГБНИУ «ГОСНИИР»)

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

Международное сетевое рецензируемое научное издание

№4 2024

МОСКВА 2024

THE MINISTRY OF CULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

THE STATE RESEARCH INSTITUTE FOR RESTORATION

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.

Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

An international peer-reviewed online scientific journal

No 4 2024

MOSCOW 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Д. Б. Антонов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

А. С. Макарова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**А. Н. Балаш, В. В. Баранов, С. И. Баранова, Г. И. Вздорнов, В. Г. Гагарин,
М. Ф. Дубровин, В. В. Игошев, С. С. Ипполитов, С. А. Кочкин, А. В. Кыласов,
Л. И. Лифшиц, Т. К. Мкртычев, А. В. Огороков, С. А. Писарева, И. Н. Проворова,
И. Г. Равич, Н. Л. Ребрикова, Н. В. Синявина, С. В. Филатов, Н. Е. Шафажинская,
О. В. Яхонт.**

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИИ:

О. Г. Кирьянова

РЕДАКТОР:

Г. И. Герасимова

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44 стр. 1

e-mail: journal@gosniir.ru

Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ. № ФС77-82901 ОТ 14.03.2022

ISSN 2782-5027

© ФГБНИУ «ГОСНИИР», 2024

© Авторы статей, 2024

EDITOR-IN-CHIEF:

Dmitriy B. Antonov

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Anastasia S. Makarova

EDITORIAL BOARD:

**A. N. Balash, V. V. Baranov, S. I. Baranova, G. I. Vzdornov, V. G. Gagarin, M. F. Dubrovin,
V. V. Igoshev, S. S. Ippolitov, S. A. Kochkin, A. V. Kylasov, L. I. Lifshic, T. K. Mkrttychev,
A. V. Okorokov, S. A. Pisareva, I. N. Provorova, I. G. Ravich, N. L. Rebrikova, N. V. Sinyavina,
S. V. Filatov, N. E. Shafazhinskaya, O. V. Yahont.**

EXECUTIVE SECRETARY:

O. G. Kiryanova

EDITOR:

G. I. Gerasimova

Quarterly journal

Address:

44-1, Gastello St., Moscow, Russia, 107014

e-mail: journal@gosniir.ru

Web-site: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Mass media registration certificate EL. N° FS77-82901 from 14.03.2022

ISSN 2782-5027

© The State Research Institute
for Restoration, 2024

© Article authors, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Азарнина Е. В.

Икона «Собор Архангелов» из Великого Устюга, XIII век: Особенности конструкции основы, техника исполнения и индивидуальные приемы мастера 7

Баранов В. В.

Старообрядческие иконные стилизации и имитации XIX – начала XX века и современные подделки. Технологические отличия 22

Гордюшина В. И., Синченко А. Д., Торопов С. Е., Рудаков В. М.

Оценка сохранности древесины настила приусадебного участка XII века из Троицкого раскопа (Великий Новгород). Рекомендации по консервации 42

Котельников П. Н., Кураков С. В., Самойлов В. Б.

Сравнение аддитивных способов 3D-печати прозрачных полимеров в реставрации утрат предметов политехнического типа 60

Нестерова А. И.

Исследование и реставрация иконы «Иоанн Златоуст» из собрания Переславль-Залесского историко-архитектурного и художественного музея-заповедника 74

Пивоварова Н. В.

Древнейшая икона «Собор архангелов» из Великого Устюга в собрании Русского музея: История, реставрация и исследование памятника 84

Ребрикова Н. Л.

Использование в качестве «зеленых» биоцидов эфирных масел. Взаимодействие их с живописными материалами 94

CONTENTS

Azarnina E. V.

Icon "The Meeting of the Archangels" from Veliky Ustyug, 13th century. Features of the wooden base, execution technique and individual hand of the master

7

Baranov V. V.

Old Believer icon stylizations and imitations of the XIX – early XX century and modern forgeries. Technological differences

22

Gordyushina V. I., Sinchenko A. D., Toropov S. E., Rudakov V. M.

Assessment of the preservation of the timber flooring of the 12th-century homestead from the Troitsky excavation (Veliky Novgorod).

Recommendations for conservation

42

Kotelnikov P. N., Kurakov S. V., Samoilo V. B.

Comparison of additive methods for 3D printing transparent polymers in the restoration of polytechnic type objects

60

Nesterova A. I.

Research and restoration of the icon "John Chrysostom" from the collection of the Pereslavl-Zalessky museum-reserve

74

Pivovarova N. V.

Ancient icon "The Meeting of the Archangels" from Veliky Ustyug in the collection of the Russian museum: History, restoration and research of the monument

84

Rebrikova N. L.

The use of essential oils as "green" biocides. Their interaction with painting materials

94

Е. В. Азарнина

ИКОНА «СОБОР АРХАНГЕЛОВ» ИЗ ВЕЛИКОГО УСТЮГА, XIII ВЕК: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ОСНОВЫ, ТЕХНИКА ИСПОЛНЕНИЯ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ МАСТЕРА

В статье рассматриваются особенности иконы «Собор архангелов» из Великого Устюга (ГРМ, ДРЖ-3103. Дерево, левкас, темпера. 165,0 × 117,0 × 3,0 см). Икона была раскрыта в 1959 – 1968 годах в Центральных государственных реставрационных мастерских (Москва) А. Н. Барановой. В 2022 – 2024 годах в Русском музее в связи с подготовкой каталога собрания древнейших русских икон было предпринято комплексное исследование памятника. В ходе работ произведены рентгенографирование поверхности, исследования в ультрафиолетовой, инфракрасной, видимой областях спектра и макросъемка, рентгенфлуоресцентный анализ (РФА) пигментов, анализ пигментов с помощью ИК-Фурье спектроскопии (ИКФС) (материалы, полученные в ходе исследований, предоставлены автору сотрудниками Русского музея: С. В. Сирро, О. В. Голубевой, В. Ю. Тороповым, А. Ю. Богдановым, И. И. Андреевым, Н. Г. Соловьевой). Анализ материалов позволил сделать выводы о конструкции иконного щита, паволоке, грунте, графической подготовке и стратиграфии красочных слоев. Выявлены характерные особенности написания иконы. Изучение под микроскопом дало возможность составить подробное описание сохранности иконы. Один из важнейших выводов исследования касается состава пигментов. Доказано, что при написании иконы мастер отказался от применения золота, а использовал аурипигмент. В то же время синяя краска, ранее считавшаяся ультрамаринем, в ходе изучения определена как органическая (типа индиго).

Ключевые слова: икона, материальная основа, грунт, паволока, красочный слой, исследование, реставрация, сохранность.

E. V. Azarnina

ICON "THE MEETING OF THE ARCHANGELS" FROM VELIKY USTYUG, 13TH CENTURY. FEATURES OF THE WOODEN BASE, EXECUTION TECHNIQUE AND INDIVIDUAL HAND OF THE MASTER

The article examines the features of the icon "The Meeting of the Archangels" from Veliky Ustyug (State Russian Museum, DRZh-3103. Wood, gesso, tempera. 165.0 × 117.0 × 3.0 cm). The icon was uncovered in 1959 – 1968 in the Central State Restoration Workshops (Moscow) by A. N. Baranova. In 2022 – 2024, the Russian Museum, in connection with the preparation of a catalogue of the collection of ancient Russian icons, undertook a comprehensive study of the monument. During the work, radiography of the surface, studies in the ultraviolet region, infrared spectrum, visible regions of the spectrum and macro photography, X-ray fluorescence analysis (XRF) of pigments, analysis of pigments using IR Fourier spectroscopy (IRFS) were carried out. (Materials obtained during the research were provided to the author by employees of the Russian Museum: S. V. Sirro, O. V. Golubeva, V. Yu. Toropov, A. Yu. Bogdanov, I. I. Andreev, N. G. Solovieva). The analysis of the materials allowed us to draw conclusions about the construction of the icon shield, the canvas, the primer, the graphic preparation and the stratigraphy of the paint layers. The characteristic features of the icon's writing have been revealed. Studying the icon under a microscope made it possible to compile a detailed description of the icon's state of preservation. One of the most important findings of the study concerns the composition of pigments. It has been proven that when painting the icon, the master refused to use gold, but used orpiment. At the same time, the blue paint, previously considered ultramarine, was determined during the study to be organic (like indigo).

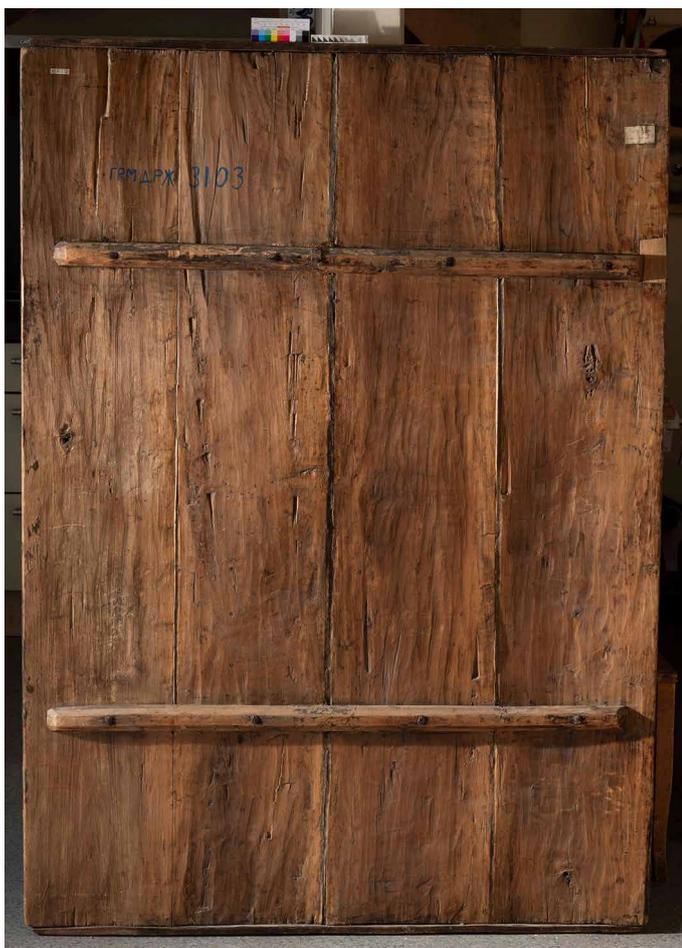
Keywords: icone, physical plant, primer, scrim, paint, study, restoration.

В 2022 – 2024 годах в Русском музее в связи с подготовкой каталога собрания древнейших русских икон было предпринято комплексное исследование иконы XIII века «Собор архангелов» из Великого Устюга. Структура каталога предопределила задачи и объем произведенных работ. Требовалось составить подробное описание сохранности памятника, уточнить материальные данные основы, определить состав пигментов и выявить индивидуальные особенности работы мастера.

Появление данной статьи было бы невозможным без помощи администрации Реставрационного центра имени И. Э. Грабаря, предоставившей в наше распоряжение реставрационный паспорт, составленный А. Н. Барановой¹, и сотрудников Службы реставрации музейных ценностей Русского музея. Выражаем глубокую благодарность за помощь и предоставленные материалы С. В. Сирро, О. В. Голубевой, В. Ю. Торопову, А. Ю. Богданову, И. И. Андрееву, Н. Г. Соловьевой. Результаты проведенных исследований сверялись с выводами, сделанными нашими предшественниками при изучении иконы в процессе и после завершения раскрытия². Материал в статье систематизирован по разделам, в соответствии с поставленными задачами.

Материальные и технико-технологические данные, подготовительный рисунок

Тыльная сторона (ил. 1).



Ил. 1.

Икона «Собор архангелов». Неизвестный мастер. XIII в. Дерево, левкас, темпера. 165,0 × 117,0 × 3,0 см. Общий вид, тыльная сторона. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

Иконный щит состоит из 4-х липовых досок. Ширина досок различается незначительно. На тыльной стороне просматриваются следы первоначальной обработки

основы скобелем, борозды расположены вертикально вдоль волокон древесины. На четвертой доске просматриваются следы обработки топором.

Щит иконы скреплен двумя массивными тыльными шпонками, изготовленными из тополя, и двумя торцевыми сосновыми шпонками. Тыльные шпонки имеют по пять граней. Каждая шпонка последовательно крепится 4-мя коваными гвоздями, на каждой доске вбито по одному гвоздю. Гвозди пробиты насквозь щита иконы, их концы загнуты и плотно прибиты к основе перед грунтовкой, что просматривается на рентгенограмме. Это позволяет сделать вывод, что тыльные накладные шпонки авторские.

Торцевые шпонки имеют меньший размер относительно щита, на шпонках под гвозди выдолблены пазы прямоугольной формы. Верхняя шпонка прикреплена 10-ю коваными гвоздями, нижняя — 11-ю. Не исключено позднейшее происхождение этих шпонок. Доски в щите иконы склеены без дополнительных креплений.

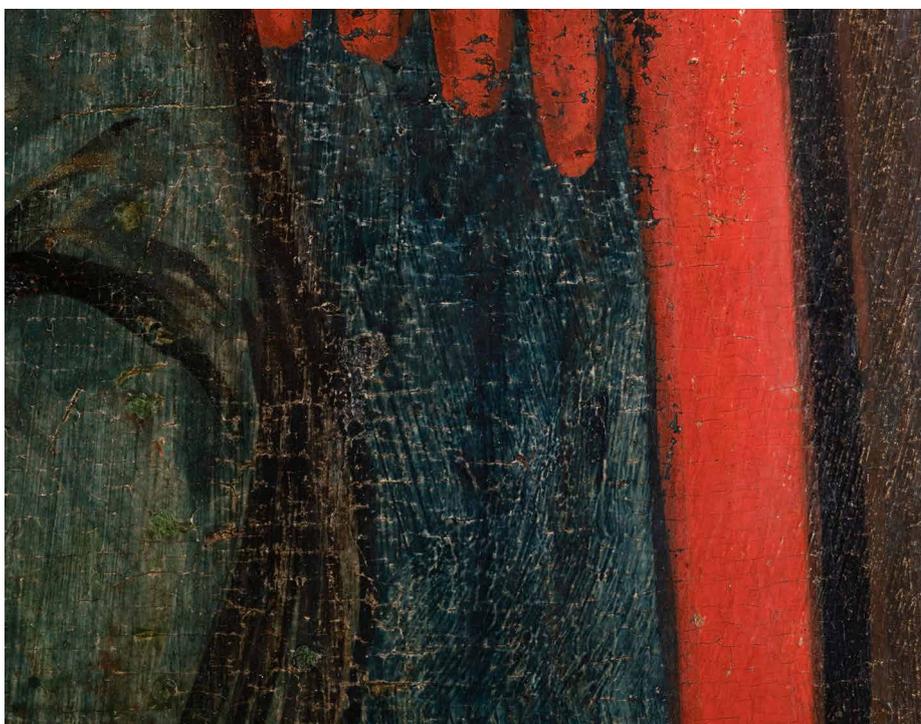
На лицевой стороне выбран глубокий ковчег, с плавным скосом (ил. 2).

Паволока сплошная, цельная, полотняного плетения, ткань среднезернистая. На иконе использовался гипсовый грунт (ил. 3).



Ил. 2.

Икона «Собор архангелов».
Общий вид, лицевая сторона. ГРМ.
Съемка А. А. Савкина



Ил. 3.

Икона «Собор архангелов». Фрагмент с изображением крыла архангела Гавриила, фона с фактурой левкаса в виде рельефных борозд. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

На поверхности просматриваются следы выравнивания левкаса в виде рельефных борозд разного направления. Вдоль лузги в правом верхнем углу горизонтально выраженные, диагонального направления борозды по изгибу крыла архангела Гавриила, на фоне и на изображении одежд архангела Гавриила — вертикального направления. Рельеф менее выражен на участках грунта под личным письмом.

После выравнивания грунта на поверхность наносился подготовительный рисунок. Основной рисунок выполнен кистью, черной угольной краской, за исключением ангельских слухов, которые обозначены углем. Рисунок выполнен свободно, динамично уверенной рукой почти без отрыва кисти от поверхности левкаса. Имеются многочисленные правки — линия бровей на лице архангела Михаила нанесена более полого, ниже видимой. В инфракрасной области спектра просматривается раздвоенная прядь волос на лбу обоих архангелов. На дивитисии архангела Гавриила рисунок не совпадает с окончательным изображением, так как верхние слои авторского красочного слоя утрачены и потерты, и эта разница хорошо заметна (ил. 4). Внутренняя часть изгиба крыльев архангелов первоначально обозначена прямой линией, что хорошо видно на фотографиях в инфракрасном спектре излучения.



Ил. 4.

Икона «Собор архангелов». Фрагмент с изображением одежд архангела Гавриила. Подготовительный рисунок не совпадает с окончательным изображением. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

Рука Эммануила обозначена несколькими линиями, линии предплечья плавно переходят в кисть и указательный палец (ил. 5). Часть разделок в облачениях Эммануила выходит за пределы контура фигуры и диска.



Ил. 5.
Икона «Собор архангелов».
Фрагмент с изображением руки
Христа Эммануила. Снимок
в ИК-области спектра. ГРМ.
Съемка В. Ю. Торопова

Под орнаментом на поземе подготовительного рисунка нет.

Плотность линий рисунка была изначально рассчитана на просвечивание через последующие слои. Рисунок, просвечивая сквозь красочные слои отдельных участков, является окончательной описью.

Следующим этапом работы после выполнения подготовительного рисунка до личного письма была проработка фона, позема, одежд и крыльев архангелов. Красочные смеси наносились по белому левкасу без предварительной роскрыши.

Состав пигментов и особенности письма

Состав пигментов исследовался визуально под микроскопом, методом рентгенофлуоресцентного анализа (проведен анализ более сорока точек), ИК-Фурье спектроскопии и оптической поляризационной микроскопии.

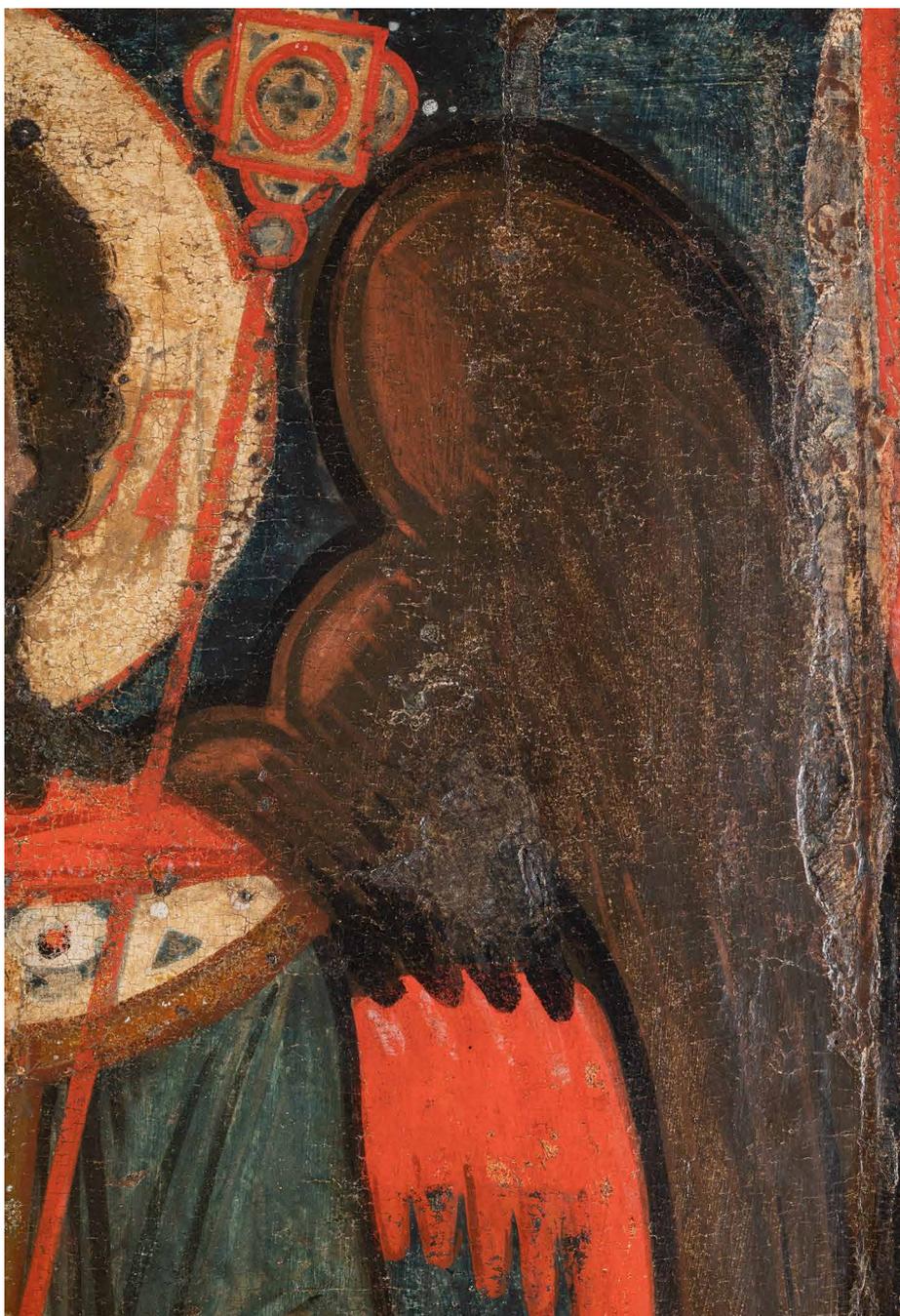
Для написания фона, позема и одежд архангела Гавриила использовался пигмент органического происхождения индиго, к нему в разных соотношениях добавлялись аурипигмент, охра и свинцовые белила.

Изначально фон имел более насыщенный цвет, о чем свидетельствуют участки с лучшей сохранностью. Слева и справа от изображения рипиды, в утратах и потертостях красочного слоя киновари, на изображении крыла архангела Гавриила просматривается фон насыщенного сине-зеленого цвета.

На следующем этапе работы были написаны крылья архангелов (ил. 6).

Верхняя часть оперения, папоротки, исполнены смесью охры с угольной черной. В нижнем слое охра мелко стертая, в верхних слоях охра и угольная черная имеют крупные частицы. Проработка формы на участках с высветлениями выполнена смесью охры, киновари, аурипигмента, белил. Красочная смесь наносилась

в несколько приемов — в нижних слоях полупрозрачно, в верхних слоях более укрывисто, на завершающем этапе добавлены крупно стертые свинцовые белила. По форме крыла нанесены разделки в виде тонких линий, выполненных смесью киновари, охры и аурипигмента. Близкие по тону к основному цвету крыла разделки плохо читаются. Опись крыльев выполнена угольной черной. Включения крупных частиц угля в красочной смеси имеют кристаллическую структуру и дают характерный блеск. Оперение нижней части крыла, подпапоротки, выполнены киноварью. В нижних слоях киноварь имеет более холодный оттенок. Перья обозначены белилами, белила положены в несколько приемов: в нижних слоях полупрозрачно, в верхнем — с крупно стертыми частицами. Опись выполнена смесью охры, киновари и угольной черной. Нижний ряд оперенья написан по сине-зеленому фону, который просвечивается сквозь слои киновари.



Ил. 6.

Икона «Собор архангелов».
Фрагмент с изображением крыла
архангела Гавриила. ГРМ.
Съемка А. А. Савкина

Архангелы облачены в дивитисии зеленого и коричневого цвета с полосой орнамента светло-желтого цвета, которая проходит спереди по оплечью и подолу. Декоративный орнамент на полосе в виде ромбов, треугольников и овалов,

имитирующих драгоценные камни. Вдоль полос с орнаментом идет кайма охристого цвета с двумя рядами жемчугов. Гиматии архангелов — красные, имеют в нижней части утяжелители — узелки для лучшего драпирования ткани. Обуты архангелы в красные сапожки с пряжками охристого цвета, украшенными жемчугами.

Для написания дивитисия архангела Гавриила использовалась красочная смесь из индиго, аурипигмента, охры, белил и угольной черной (ил. 7). Красочные слои наносились по левкасу полупрозрачными слоями. Поверх основного слоя выполнены разделки складок, в основную смесь добавлялись аурипигмент, охра и свинцовые белила, описи выполнены смесью индиго и угольной черной. В ходе поновлений разделки дивитисия утратили яркость и насыщенность, основной тон стал по всему изображению полупрозрачным, по выступающей вертикальной фактуре красочный слой сильно потерт и утрачен, вследствие чего изображение утратило объем. Подслойный рисунок под тонким красочным слоем просматривается активно, «спорят» на отдельных участках с разделками складок и описями.



Ил. 7.

Икона «Собор архангелов». Фрагмент с изображением одежд архангела Гавриила. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

Полосы с орнаментом написаны следующим образом (ил. 8). По левкасу черной угольной краской обозначены ромбы, овалы и треугольники, затем в несколько приемов нанесена красочная смесь, состоящая из белил и аурипигмента с небольшим добавлением охры. Ромбы и овалы перекрываются слоями белил; рисунок, выполненный черной угольной краской, просвечивая через слои белил, имеет холодный серо-голубой оттенок и является окончательной описью. Треугольники нанесены смесью индиго, аурипигмента и охры, по периметру обведены белилами. Жемчуга выполнены свинцовыми белилами. На поручи по левкасу овал нанесен черной угольной краской, затем перекрывает смесью аурипигмента, белил и охры. Круг и крест выполнены киноварью. Киноварь в нижнем слое мелко стертая, холодного оттенка, в верхних слоях более теплого оттенка с включениями частиц киновари ярко-розового цвета.



Ил. 8.
Икона «Собор архангелов».
Фрагмент с изображением каймы
с орнаментом одежд архангела
Гавриила. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

Для написания дивитисия архангела Михаила использовалась смесь охры, киновари и угольной черной. Высветления выполнены смесью киновари, охры

и аурипигмента. Основные складки одежд и описи проработаны черной угольной краской. Под изображением колена сквозь красочный слой рисунок работает на просвет.

Христос Эммануил облачен в хитон светло-желтого цвета и гиматий охристого цвета. Хитон написан смесью аурипигмента, белил, охры. Линия горловины подчеркнута описью, выполненной угольной черной. Гиматий написан смесью охры и киновари.

Нимбы архангела Гавриила, архангела Михаила и Христа Эммануила выполнены аурипигментом, обводка нимбов — киноварью. Аурипигмент положен по левкасу. Нимбы неоднократно поновлялись: дважды охрой светлой и золотом. Изображения волос архангелов и Спасителя выполнены смесью охры и угольной черной с небольшим количеством киновари, в верхнем слое охра светлая имеет крупное зерно. Опись сделана угольной черной, разделки волос сильно потертые.

Характерной особенностью написания ликов является то, что подготовительный рисунок изначально встраивался в систему живописных приемов, полностью проследить которую не представляется возможным ввиду сложного состояния сохранности. Лик архангела Гавриила имеет лучшую сохранность по сравнению с лицами архангела Михаила и Христа Эммануила (*ил. 9*). По левкасу черной угольной краской наносился рисунок с частичной тональной проработкой формы — вдоль контура лица, под глазами впадинами, вдоль спинки носа, под подбородком. Линии рисунка вдоль спинки носа, справа со стороны тени, усилены, слева вдоль спинки носа и на межбровном треугольнике едва намечены. Подслойный рисунок перекрывался слоями красочной смеси основного тона, состоящей из аурипигмента, свинцовых белил, охры и киновари. Рисунок, выполненный угольной черной, просвечивая через красочные слои, образует холодный серо-фиолетовый оттенок, формируя теневую часть вдоль контура лица. На следующем этапе в красочную смесь основного тона добавлялось большее количество киновари, образуя активную подрумянку. Подрумянка положена по форме (просматриваются вертикальные мазки), не перекрывает теневую часть. Сложно судить о переходе от света к тени, так как верхние слои притенений сильно потертые и утрачены. На участках с высветлениями в смесь добавлялись свинцовые белила, в нижнем слое — полупрозрачные слои, в верхнем — более укрупненные с включениями крупно стертых частиц белил. Площадь участка высветлений уменьшалась с каждым последующим слоем, почти чистые белила завершали моделировку формы. Под глазами впадинами и вдоль спинки носа в теневой части в основную смесь добавлены охра и черная угольная. Описи выполнены смесью охры, киновари, угольной черной.

Техника нанесения красочных слоев на личном письме имеет свои особенности (*ил. 10*). Так, например, на подслойный рисунок приподнятых уголков губ наносились полупрозрачные слои красочной смеси, каждый последующий слой наносился с небольшим смещением. Увеличивая количество красочных слоев на этом участке, автор уменьшает контрастность рисунка, образует тональную и цветовую растяжку, строит объем (*ил. 11*).

Лик архангела Михаила имеет более сложную сохранность (*ил. 12*). На теневых участках при реставрации 1959 – 1968 годов была оставлена запись охристого цвета. Описи бровей, глаз и частично носа сформированы из поздних поновительских описей, о чем свидетельствует архивная реставрационная фотодокументация.



Ил. 9.
Икона «Собор архангелов».
Фрагмент с изображением лица
архангела Гавриила. ГРМ.
Съемка А. А. Савкина



Ил. 10.
Икона «Собор архангелов».
Фрагмент с изображением губ
архангела Гавриила. ГРМ.
Съемка А. А. Савкина



Ил. 11.

Икона «Собор архангелов». Фрагмент с изображением губ архангела Гавриила. На подслойный рисунок приподнятых уголков губ наносились полупрозрачные слои красочной смеси, каждый последующий слой наносился с небольшим смещением. Увеличивая количество красочных слоев на этом участке, автор уменьшает контрастность рисунка, образует тональную и цветовую растяжку. ГРМ. Съемка А. А. Савкина



Ил. 12.

Икона «Собор архангелов». Фрагмент с изображением лица архангела Михаила. ГРМ. Съемка А. А. Савкина

Лики архангелов выглядят по-разному. На изображении лика архангела Гавриила теневою часть формирует подслойный рисунок, который, просвечивая сквозь красочные слои, имеет холодный серо-фиолетовый цвет, на изображении лика архангела Михаила тень сформирована из поздней записи охристого цвета. Описи разновременные, выполненные смесью охры, киновари и угольной черной в разных пропорциях. Индивидуальной особенностью написания иконы является то, что графическая подготовка изначально встроена в систему живописных приемов, имеет большое значение при моделировке формы и построения объема.

Состояние сохранности (ил. 13)



-  Вставки грунта
-  Вставка основы
-  Вставки из воска
-  Утраты до основы

Ил. 13.
Икона «Собор архангелов».
Схема-картограмма. ГРМ.
Съемка А. А. Савкина

Каждая из четырех досок имеет незначительное коробление. Верхняя шпонка опилена. Стыки досок на тыльной стороне заделаны воском. На четвертой доске (слева направо) основа выбрана на большую глубину. Справа у верхней тыльной шпонки сквозная вставка основы трапециевидной формы. Тыльная сторона тонирована предположительно морилкой. На верхней шпонке небольшая кожаная планка крепится двумя гвоздями.

На лицевой стороне трещины с расхождением между первой и второй, между второй и третьей досками. Вдоль трещины между второй и третьей досками нависающие фрагменты грунта и красочного слоя. В нижней части в трещину вклеена деревянная рейа. На поверхности большое количество разновременных гвоздей и гвоздевых отверстий. Шляпки гвоздей разного диаметра. Гвоздевые отверстия заполнены олифой и пыле-жировыми загрязнениями. Гвозди, крепящие шпонки, пробитые насквозь и загнутые на лицевой стороне, просматриваются на изображении одежд архангела Гавриила (в верхней части и на кайме в нижней части), вдоль контуров волос и нимбов архангела Михаила, архангела Гавриила и Эммануила. Вдоль полос с орнаментом, судя по расположению гвоздей и гвоздевых отверстий, были закреплены пластинки басменного оклада.

Паволока ветхая, на рентгенограмме просматриваются многочисленные прорывы и утраты полотна. Паволока вырезана до основы на изображении нимба, левого крыла и одежд архангела Михаила. На рентгенограмме вдоль границы выреза просматриваются гвозди, которые дополнительно закрепляли отслаивающуюся от доски паволоку. На открытых участках основы при поновлении были нанесены разнонаправленные насечки для лучшего сцепления грунта с основой.

Кракелюр разной интенсивности на авторском левкасе и на поновительских вставках.

Вставки грунта. Наиболее обширные — на одеждах архангела Михаила и в левом верхнем углу на его правом крыле; на оплечье, кайме одежд и правом крыле архангела Гавриила. Вставки на фоне — внизу, вдоль трещины по стыку второй и третьей досок, вверху — вдоль лужги справа. Мелкие вставки по всей поверхности.

Вставки из воска. На оплечье архангела Михаила, подоле архангела Гавриила.

В левой нижней четверти оставлен контрольный участок с послойными записями.

Данные об оборудовании и исполнителях работ, проводивших исследование иконы «Собор Архангелов» (ГРМ, ДРЖ-3103)

1. Определение пигментного состава иконы методом рентгенфлуоресцентного анализа. Спектры РФА получены на спектрометре Delta Innov-X ("Olympus"). Исполнитель работ: заведующий отделом технологических исследований ГРМ С. В. Сирро.

2. Рентгенографирование поверхности иконы. Исполнители работ: специалисты по технологическим исследованиям отдела технологических исследований ГРМ О. В. Голубева, А. Ю. Богданов.

3. Исследование в инфракрасном спектре излучения в диапазоне 950 нм (модифицированной фотокамерой NIKON D-800), в диапазоне 1000 – 2500 нм (аналоговой видеокамерой на основе Видикона). Исполнитель работ: ведущий инженер отдела технологических исследований ГРМ В. Ю. Торопов.

4. Исследование видимой люминесценции в ультрафиолетовом излучении с пиком интенсивности 365 нм с источником Master Alpha 16 UV365 LED. Исполнитель работ: ведущий инженер отдела технологических исследований ГРМ В. Ю. Торопов.

5. Образцы древесины идентифицировались микроскопическим методом по анатомическим признакам в проходящем свете микроскопа БИОЛАМ-И. Исполнитель работ: специалист первой категории отдела химико-биологических исследований ГРМ Н. Г. Соловьева.

6. Исследование состава микропроб материалов живописи методом ИК-Фурье спектроскопии и оптической поляризационной микроскопии. Инфракрасные спектры получены на ИК-Фурье спектрометре TENSOR 37 (Bruker). Идентификация осуществлялась путем автоматического сравнения полученных инфракрасных спектров с библиотечными (ATR-LIB-COMPLETE). Микрофотографии получены на поляризационном микроскопе ПЛМ-2 в отраженном/проходящем поляризованном свете; макрофотографии на оптическом микроскопе Stemi-C (фирма "Zeiss"). Исследование проведено в отделе технологических исследований ГРМ специалистом по технологическим исследованиям И. И. Андреевым.

7. Исследование состава микропроб материалов живописи. Оптико-аналитические (микрхимические) методы исследования включали в себя качественный анализ и проведение гистохимических реакций предоставленных проб в отраженном свете в поле зрения микроскопа Stemy 2000-C (фирма "Zeiss"). Исследование проведено в отделе химико-биологических исследований ГРМ специалистом первой категории А. И. Журавлевой.

8. Исследование состава мастики. Оптико-аналитические (микрхимические) методы исследования включали в себя качественный анализ и проведение гистохимических реакций предоставленной пробы в отраженном свете в поле зрения микроскопа Stemy 2000-C (фирма "Zeiss"). Исследование проведено в отделе химико-биологических исследований ГРМ заведующим отделом Т. В. Пашковской.

9. Визуальное исследование поверхности иконы под микроскопом "Olympus SZX7", макрофотосъемка, микрофотосъемка поверхности иконы под микроскопом "Olympus SZX7" проведены в отделе реставрации древнерусской живописи заведующим отделом Е. В. Азарниной.

Примечания

1. Реставрационный паспорт иконы «Собор архангелов» // Архив ВХНРЦ им. академика им. И. Э. Грабаря. №2687.

2. *Вздорнов Г. И.* Икона «Собор архангелов Михаила и Гавриила» из Великого Устюга // Сообщения ВЦНИЛКР. 1971. Вып. 27. С. 141 – 162; Марфо-Мариинская обитель и Реставрационный центр имени И. Э. Грабаря. Страницы истории / Ред.-сост. А. А. Горматюк. В 3-х т. М. : ВХНРЦ, 2012. Т. 3. Спасенные шедевры. Открытия реставраторов. — 219 с.

1. Restavracionnyj pasport ikony` «Sobor arxangelov» // Arxiv VXRNCz im. akademika im. I. E`. Grabarya. №2687.

2. *Vzdornov G. I.* Ikona «Sobor arxangelov Mixaila i Gavriila» iz Velikogo Ustyuga // Soobshheniya VCzNILKR. 1971. Vy`p. 27. S. 141 – 162; Marfo-Mariinskaya obitel`

Сведения об авторах

Азарнина Елена Васильевна — реставратор станковой темперной живописи высшей категории; ФГБУК «Государственный Русский музей», заведующий отделом реставрации древнерусской живописи, Служба реставрации музейных ценностей

Россия, 191186, Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 4

E-mail: azarninaelena@mail.ru

Azarnina Elena V. — restorer of the icon painting of superior category; the State Russian Museum, head of the Department of Restoration of the Old Russian Painting, Service of Restoration of Museum Values.

4, Inzhenernaya str., Saint-Petersburg, 191186, Russian Federation

E-mail: azarninaelena@mail.ru

В. В. Баранов

СТАРООБРЯДЧЕСКИЕ ИКОННЫЕ СТИЛИЗАЦИИ И ИМИТАЦИИ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДДЕЛКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИЯ

Статья посвящена результатам многолетних исследований технологических особенностей произведений старообрядческой иконописи архаизирующего типа — стилизаций и имитаций XIX – начала XX в. Иконопись Нового времени еще не так давно считалась второсортным явлением отечественной художественной культуры. В отличие от технологии древней живописи, изучением художественных материалов поздних икон никто не занимался. У большинства исследователей древнерусской живописи сложилось убеждение, что поддельщики XIX – начала XX в. были хорошо знакомы с красочными материалами, которые использовали средневековые мастера, и могли их применять при изготовлении своих «фальшаков». С 1990-х годов В. В. Барановым с М. М. Наумовой в ГОСНИИР стали регулярно проводиться технико-технологические исследования поздней иконописи в целом и иконных имитаций того времени в частности. В статье дается анализ письменных источников XVIII – первой трети XX в., в которых содержатся сведения о материалах живописи. Делается вывод о каких пигментах средневековой живописи имели адекватное представление иконописцы Нового времени. Далее приводятся сведения о технологии, полученные в ходе исследования самих иконных стилизаций и имитаций. В последней части статьи дается сравнительный анализ технологических особенностей современных подделок и имитаций, стилизаций XIX – начала XX века.

Ключевые слова: старообрядчество, архаизирующая иконопись, технологические особенности, стилизации, имитации, подделки, технико-технологические исследования.

V. V. Baranov

OLD BELIEVER ICON STYLIZATIONS AND IMITATIONS OF THE XIX – EARLY XX CENTURY AND MODERN FORGERIES. TECHNOLOGICAL DIFFERENCES

The article is devoted to the results of long-term research on the technological features of the works of Old Believer icon painting of the archaic type — stylizations and imitations of the XIX – early XX centuries. Iconography of Modern times was considered a second-rate phenomenon of Russian artistic culture not so long ago. Unlike the technology of ancient painting, no one studied the artistic materials of later icons. Most researchers of ancient Russian painting are convinced that forgers of the XIX – early XX century. They were well acquainted with the colorful materials used by medieval craftsmen, and could use them in the manufacture of their "falshaks". Since the 1990s, V. V. Baranov and M. M. Naumova have been regularly conducting technical and technological studies of late icon painting in general and icon imitations of that time in particular at the State Research Institute for Restoration. The article analyzes the written sources of the XVIII – first third of the XX century, which contain information about the materials of painting. The conclusion is made about which pigments of medieval painting the icon painters of the New Time had an adequate idea. Further, the article provides information about the technology obtained during the study of the icon stylizations and imitations themselves. The last part of the article provides a comparative analysis of the technological features of modern fakes and imitations, stylizations of the XIX – early XX century.

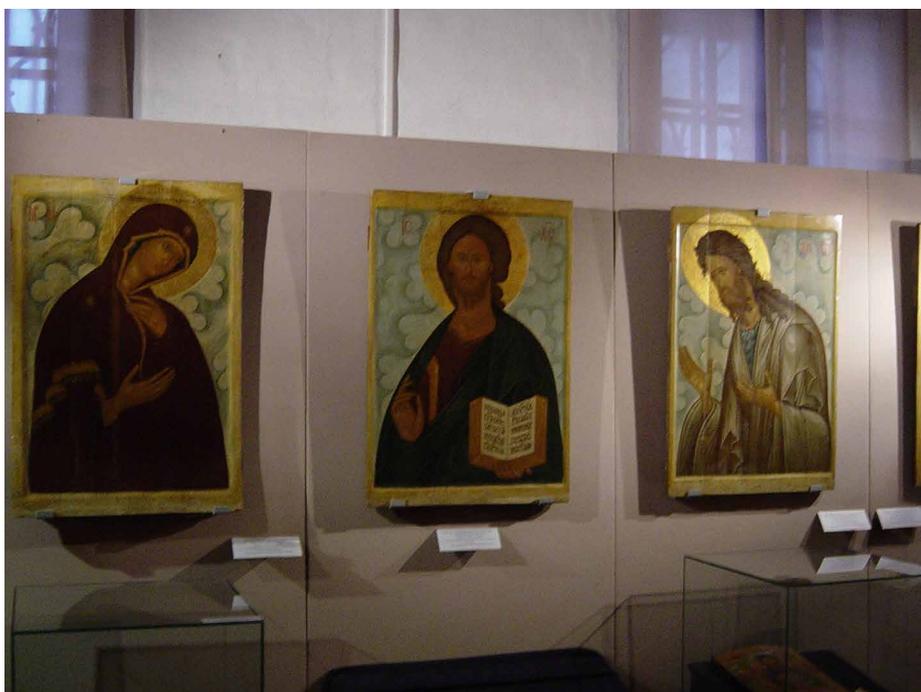
Keywords: Old Believers, archaic iconography, technological features, stylizations, imitations, forgeries, technical and technological research.

Архаизирующая старообрядческая иконопись — яркое, весьма оригинальное ответвление поздней русской иконописи. Ее появление было вызвано рядом обстоятельств, связанных с жизнью, культурой и особенностями вероучения староверов. В XVIII и в первой половине XIX в. adeпты «древлего» благочестия по ряду причин оказались чуть ли не единственно заинтересованными в приобретении и сохранении так называемых «дониконовых писем», то есть древних икон, написанных до церковной реформы, проведенной царем Алексеем Михайловичем и патриархом Никоном в середине XVII столетия. Бережное отношение старообрядцев к старинным образам стимулировало к выработке более совершенных технических средств и новых способов реставрационных воздействий для поддержания икон в хорошей сохранности на максимально длительное время. Иконники, работавшие по заказам староверов, заложили основы более дифференцированной реставрационной практики, отказавшись от обыкновенного поновления древних произведений, разрабатывая более тонкие приёмы по укреплению и расчистке икон. Приобретать подлинные старинные произведения становилось со временем всё труднее и труднее, поэтому к XIX столетию старообрядцы столкнулись с необходимостью использования икон-новоделов, выполненных в стилистике древнерусских иконописных «школ» и «писем».

С последней четверти XVIII в. в Москве и других городах империи начался интенсивный процесс формирования интерьеров старообрядческих храмов и молельных, которые стали богатейшими хранилищами произведений древнерусской живописи. В первой половине XIX в. формируются крупные частные коллекции икон. К середине столетия древнерусская живопись стала привлекать внимание не только староверов, но и художников, ученых-исследователей, представителей привилегированных сословий. Небывалый спрос на старинные образа, их возрастающий дефицит породили различные формы воспроизведения древних «писем», вплоть до их прямого подделывания.

Наиболее ранний известный случай использования старообрядцами иконных фальшивок относится к концу XVIII столетия. Основатель Преображенской старообрядческой общины И. А. Ковылин тайно приобрел иконы середины XV века из иконостаса московской церкви св. Анастасии Узорешительницы. Старые образа, перенесенные в Успенский собор Преображенского старообрядческого кладбища, были заменены в древней церкви новыми, специально состаренными копиями. Часть сохранившегося древнего деисуса сейчас хранится в Третьяковской галерее (за ним закрепилось название Облачный чин). Туманная история приобретения староверами икон этого иконостаса породила у многих современных исследователей версию о том, что эти произведения, в свою очередь, тоже могут быть искусными подделками. Когда в 2006 году семь икон Облачного чина экспонировались на выставке в одном из московских музеев, они были представлены как произведения конца XIX – начала XX в. (ил. 1–3). Этот случай ярко иллюстрирует проблему, с которой столкнулись исследователи древней живописи к концу XX столетия. А именно: с отсутствием описания, научного анализа, определения феномена фальсификации иконописи в XIX – начале XX в.

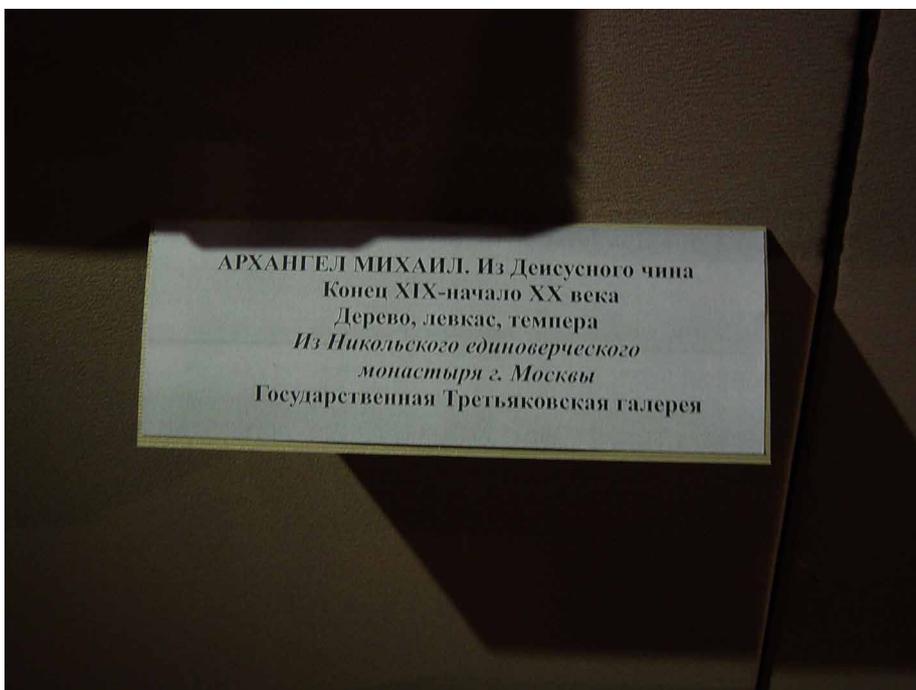
Системно и углубленно изучением приемов исполнения и технологии иконных имитаций до недавнего времени никто специально не занимался. Проблема изучения материалов подделок, способов искусственного старения имитационных икон и по сей день остается весьма актуальной.



Ил. 1.
Иконы «Христос Вседержитель»,
«Богоматерь», «Иоанн Предтеча».
Центральная часть Облачного чина.
ГТГ



Ил. 2.
Икона «Архангел Михаил».
Облачный чин. ГТГ



Ил. 3.
Этикетка с названием под иконой
«Архангел Михаил» из Облачного
чина. ГТГ

Иконопись XVIII – начала XX в. еще не так давно считалась второсортным явлением отечественной художественной культуры, поэтому произведения того времени попадали в поле зрения исследователей древнерусской живописи совершенно случайно и довольно редко. Это порождало порой грубые ошибки в оценке подлинности сомнительных икон, которые приписывали творчеству иконописцев-старинщиков, а также ложные представления о возможностях поддельщиков того времени.

В отличие от многолетнего изучения технологии древней живописи, которая исчерпывающе была описана в ряде статей современных специалистов-технологов, исследования художественных материалов поздних икон, а тем более стилизаций и подделок того времени, не проводились. Крайне редкие публикации, в которых были приведены результаты химического анализа красок нескольких икон XVIII и XIX вв., носят случайный характер¹. Только с 1990-х годов В. В. Барановым с М. М. Наумовой в ГОСНИИР стали регулярно проводиться технико-технологические исследования поздней иконописи в целом и иконных подделок того времени в частности². В дальнейшем к этой работе подключились специалисты Лаборатории физико-химических исследований С. А. Писарева, И. Ф. Кадикова и Е. А. Морозова. Недавно другие сотрудники ГОСНИИР тоже стали уделять внимание этой теме. Так, Е. В. Лаврентьева углубленно изучает технико-технологические особенности произведений иконописи Уральского региона³.

У большинства специалистов в области исследования древнерусской живописи давно сложилось довольно устойчивое убеждение, что поддельщики XIX – начала XX в. были хорошо знакомы с красочными материалами, которые использовали средневековые мастера, и могли применять эти знания при изготовлении своих «фальшаков». Эта идея вытекала из, казалось бы, вполне логичной мысли, что технология и приемы письма поздней иконописи в целом традиционны и восприняты без существенных изменений из средневековой иконописной практики. Искусство иконописания «канонично», «живая» традиция исполнения священных изображений передавалась из поколения в поколение с мало меняющейся рецептурой и с арсеналом однотипных приемов. Так ли это на самом деле? Проведенные нами

исследования показали значительные несоответствия с устаревшими и во многом ошибочными взглядами на проблему определения технико-технологических особенностей архаизирующей старообрядческой иконописи.

Об уровне познаний иконописцев XIX – начала XX века в области технологии древней живописи должны в первую очередь свидетельствовать различные письменные источники, содержащие сведения о художественных материалах. Эти знания ограничивались в основном информацией, которая находилась в различных иконописных подлинниках и письменных технических наставлениях (так называемых Ерминиях), о специфическом содержании которых специалистам хорошо известно. Уже поэтому можно было думать, что полно и адекватно представлять себе, какие материалы встречаются в древнерусской живописи, иконописцы Нового времени, конечно, не могли. Предпринятая к началу XX в. масштабная расчистка древних икон также практически не дала ничего нового в деле уточнения исторической технологии живописи. К тому же, такого рода задачи тогда и не ставились.

К другого рода источникам, из которых могли почерпнуть сведения о технологии древней живописи иконописцы Нового времени, относятся публикации исследователей красочных материалов. Особый интерес для нас представляли статьи, в которых сами мастера-иконники перечисляют краски и пытаются их охарактеризовать. Химический анализ материалов икон тогда не делали, поэтому материалы живописи не могли точно сопоставлять с конкретными химическими соединениями. В редких по данной теме публикациях XVIII столетия упоминаются краски, которые использовали в основном в произведениях масляной живописи. Сведения о технологии средневековой иконописи в них отсутствуют. Но в контексте нашего исследования необходимо не только проанализировать названия красочных материалов, которые использовали художники, но и понять, как их описывали исследователи того времени. Так, А. Решетников перечисляет краски и по-своему объясняет их особенности: «...ультрамарин: самого лазуревое нежного цвета... Крутик: темно-синего густого цвета краска... Голубец: светлоголубая мелкая порошок краска...». Подобным образом описаны также «лавра», «лазурь», «шмельт», «лакмус или турнис» и как «краска, употребляемая в миниатюрной работе», берлинская лазурь⁴. Очевидно, что здесь характеристика каждой краски касалась большей частью ее цветовых особенностей, а не химического состава.

В первой половине XIX в. находим в публикациях первые попытки связать название краски с материалом, из которого она приготавливалась. Так, В. Левшин в своей статье сообщает: «Шмельт. Краска сия выделяется из кобальта, и изобретена в 1617 году в Саксонии, прежде же получали оную из висмута... Из лазуревое камня приготавливают ультрамарин, отличную синюю краску, которая обыкновенно весом продается дороже золота». Далее довольно подробно, в таком же ключе, автор описывает другие краски: «Лакмус, инако Голландская синь», «индиг, инако крутик и лавра». «Берлинская лазурь или Прусская синь», «Парижская синь..., как лазурь Берлинская», «синий кармин... из индиго Гватемальского», «синь минеральная», «горная синь... есть род охры, которую серебро содержащие медные руды при себе имеют; находятся же в Тирольских рудокопнях... у нас в России... собираньем сих красок пренебрегают», и т. д.⁵

Существенный сдвиг в изучении красочных материалов, используемых как в живописи, так и в иконописи, произошел во второй половине XIX века. В это время впервые стали появляться публикации представителей науки, были предприняты

первые шаги в определении химического состава пигментов. Особо важным источником для нашего исследования является статья П. Я. Аггеева, сотрудника Императорской Академии художеств, которая так и называется — «Краски старых русских иконописцев»⁶.

Одной из синих красок древних мастеров П. Я. Аггеев назвал «голубец», охарактеризовав ее как составной колер XVIII в. из смеси берлинской лазури с белилами. Другой синий пигмент назван им «лавра, лазорь, синило, синька», но описан только его цвет. П. Я. Аггеев вскользь упоминает также «персидскую синь» (она же «цинкиари»), которую получали «обливанием медных пластинок крепким уксусом», и органическую краску индиго, или «кубовую из вайды». Важно отметить, что исследователь указал на ультрамарин, «известный также у нас в старину».

Набор желтых пигментов, которым пользовались средневековые мастера, у П. Я. Аггеева более разнообразен. Он упоминает, прежде всего, различные охры и желчь («венетийская», «цареградская», щучья). К другим желтым краскам старых мастеров относятся: шишгиль (смесевой колер), желтая органическая из крушины, желтый крутик (как добавка к шишгиллю), сурьма, или антимоний (одно из химических ее соединений); бясир (у П. Я. Аггеева без объяснений) и рахгиль, который делается вываркой из сандала с квасцами.

Среди зеленых красок, которые использовали древние мастера, П. Я. Аггеев отметил «празелень» и «ярь венецийскую, медянку». Первую он характеризует то как составной колер (ссылаясь на исследования Д. А. Ровинского), то как привозную из Вероны (ссылаясь на исследования И. Сахарова). Только ярь-медянку Аггеев описывает как химическое вещество — «основная окись меди» (на самом деле ярь-медянка представляет собой ацетат меди [III]). Это один из редких случаев объяснения химического состава краски исследователями XIX – начала XX в. Другие зеленые пигменты древней иконописи он не упоминает.

Красные краски, которые, согласно выводам Аггеева, использовали средневековые мастера, это «багор, черлень, бакан, мумия, киноварь, румянец, сурик, блягиль, толстик и лая». «Багор», как описывает автор, готовят из морских улиток, либо составляют из нескольких других пигментов. «Черлень» – краска органического происхождения и соответствовала более позднему кашенильному кармину. «Бакан» Павел Яковлевич характеризует также весьма неопределенно. То он пишет, упоминая исследование Д. А. Ровинского, что это составная краска из «вохры с киноварью», то представляет ее технологию как соединение красильных веществ растительного происхождения с земляными или металлическими основаниями. Киноварь Аггеев упоминает и как искусственный пигмент («соединение серы со ртутью»), и как натуральный материал, известный «древним». «Румянец» якобы делали из сандала, а «мумия имеет основанием окись железа, красного или красно-бурого цвета». Ссылаясь на Д. А. Ровинского, автор указывает, что сурик получают «окислением из свинца», а «блягиль» — это «сурик, жженный на железе». «Толстик» он предположительно считает красной охрой. Пояснения краски «лая» П. Я. Аггеев не дает.

Из белых пигментов, которые использовали мастера прошлого, ученый перечисляет белила и мел. Ссылаясь на А. Дидрона, он указывал, что белила были свинцовые.

Черные краски, которые применяли средневековые иконописцы, это сажа, умбра, уголь, чернила китайские и простые.

Схожий по названиям, но более краткий список красок привел в своей публикации также известный исследователь древней и поздней русской иконописи Д. А. Ровинский⁷.

Таким образом выясняется, что попытка определения красочных материалов, используемых средневековыми русскими художниками, у П. Я. Аггеева и Д. А. Ровинского не содержит должной научной корреляции названий красок с их химическим составом. Это легко объясняется, прежде всего, соответствующим уровнем развития прикладной химии в то время, а также довольно ограниченными задачами раннего этапа изучения технологии произведений изобразительного искусства.

Технология древнерусской живописи к настоящему времени изучена основательно. Поэтому при сравнении с данными приведенных публикаций можно сделать простой, но однозначный вывод. Среди красок древних икон, которые могли оказаться под рукой у поддельщиков XIX – начала XX в., теоретически можно предполагать следующие материалы. Из синих пигментов — это индиго, ультрамарин и смальта; из желтых — охры и аурипигмент (перечислен среди поздних материалов); из красных — охры, сурик, реальгар, киноварь, красный пурпур; из зеленых — малахит, зелёная земля (празелень), ярь-медянка.

Далее заострим наше внимание на статьях самих иконописцев, в которых они описывали краски древних мастеров. Список пигментов здесь оказался куда более скромным, чем у представителей научного сообщества. Тверской иконописец И. Ф. Арефьев⁸ упомянул среди красок древних икон только «нежженный тердисень», лазурь, охру, «жженный тердисень», умбру, киноварь, белила, сажу. Другой иконописец, С. М. Прохоров, дал более длинный список: «Краски, употребляемые в иконописи, следующие: белила свинцовая, охра светлая, охра темная, хром желтый, хром зеленый, лазурь, кобальт, жженая умбра и сиена, бакан, киноварь, мумия, сажа голландская и копоть»⁹. Из известных современным исследователям наименований пигментов древнерусской живописи в статьях иконописцев упомянуты лишь охры и лазурь (видимо, лазурит).

После трагических событий, последовавших за революционным переворотом 1917 года, изучение техники и технологии иконописания продолжили отдельные ученые. Среди них необходимо особо выделить Л. А. Дурново и В. А. Щавинского. Их исследования можно считать трудами, обобщающими накопленный ранее в этом направлении опыт.

Л. А. Дурново писала, что краски, используемые в иконописи, были не сложны по палитре. «Даже и в последнее время среди рядовых иконописцев были преимущественно распространены только 8 или немного более основных красок: белила, сажа, охра, червлень, лазурь, киноварь, бакан, хром желтый (крон), киноварь зеленая, умбра»¹⁰. Как видим, этот краткий список никак не дополняет результаты исследований предшественников. К тому же в него по ошибке попал один пигмент, синтезированный в Новое время — желтый крон (хром).

В. А. Щавинский, обобщая накопленные к тому времени познания об исторической технологии живописи, попытался обстоятельно описать краски древней иконописи и объяснить, что кроется за их названиями. Из известных современным

исследователям наименований он перечислил следующие: лазурь (поясняя, что этим термином обозначали «камень лазурит»); крутик (отождествляя его с привозным индиго и отечественной вайдой), киноварь, ярь-медянку, празелень¹¹.

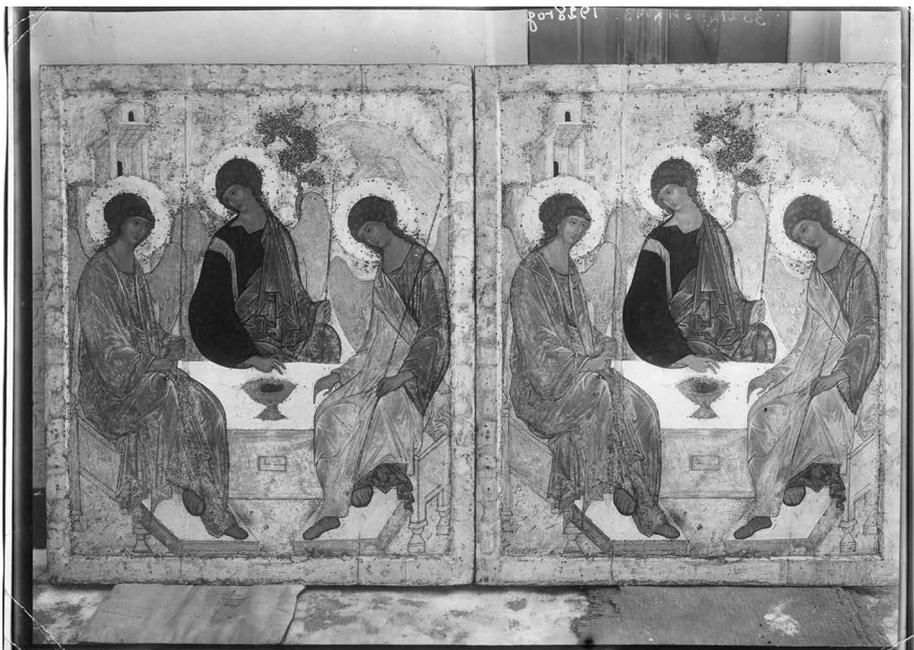
Исследование В. А. Щавинского было наиболее углубленным и отражало уровень научных знаний в этой области, сложившийся к 30-м годам XX века. Таким образом, обобщая всё вышесказанное, можно утверждать, что представления о технологии древней иконописи у ученых, исследователей XIX – первой трети XX в. были весьма поверхностными и далекими от настоящей картины исторической технологии живописи. Несложно представить и уровень осведомленности самих иконописцев XIX – начала XX в. о материалах древних икон, который представляется совершенно ничтожным. Получается, что теоретически иконники (и поддельщики древней живописи) могли предполагать наличие в палитре мастеров минувших веков лишь нескольких пигментов, что совершенно не отражает значительного многообразия известной современным исследователям технологии древнерусской живописи.

К этому необходимо добавить, что ряд наименований красок в указанных публикациях относится к синтетическим аналогам пигментов средневековой живописи. Это подтверждается, в частности, проведенным сотрудниками ЦМиАР и ГОСНИИР исследованием копии иконы «Святая Троица» Андрея Рублёва, выполненной в 1959–1963 гг. известным советским реставратором, художником, копиистом, а до революции мастером иконописи В. О. Кириковым. Василий Осипович поставил перед собой задачу достичь максимального сходства с оригиналом не только во внешнем облике, но и в используемых материалах (хотя в то время никто не мог доподлинно знать, какие пигменты использовал А. Рублёв при создании своего выдающегося произведения). В. О. Кириков даже упомянул, что при создании копии якобы использовал натуральный лазурит, который нашел на чердаке дома своих родственников в Мстёре¹². Однако проведенные приборно-аналитические исследования показали, что все синие цветные «партии» на копии В. А. Кирикова были выполнены смесевыми колерами на основе пигментов, синтезированных в Новое время: синего кобальта (открыт в 1804 г.), искусственного ультрамарина (получен в 1827 г., начало производства относится к 1830 г.), берлинской лазури (получена в 1704 г.) с примесью к ним других поздних пигментов, в частности, цинковых белил (получены в 1850 г.) и изумрудной зеленой (промышленное производство с 1859 г.). В состав красных колеров копии входят стронциановая желтая (получена в 1808 г., широкое применение с середины XIX в.) и желтый марс (с XVIII в.). Получается, что использование натуральных пигментов декларировалось только на словах. К тому же, ко времени создания В. О. Кириковым копии еще не были, даже частично, изучены и идентифицированы как химические соединения пигменты древнерусской живописи.

Отметим также, что, в красочном слое первой копии «Троицы» А. Рублёва (ил. 4), которая была выполнена ранее (в 1927 – 1928 гг.) другим выдающимся художником-реставратором — Н. А. Барановым¹³, были тоже идентифицированы поздние красочные материалы. Например, в качестве синего пигмента был использован синий кобальт (получен в 1804 г.).

Необходимо отметить, что после революции первые шаги в деле планомерного изучения пигментного состава произведений древнерусской живописи были предприняты еще в 1930-е годы (обследование С. А. Торопова и Ю. А. Олсуфьева ряда

икон в ГТГ). Это были кратковременные исследования, которые в связи с Великой Отечественной войной не получили своего дальнейшего развития. И только с 1970-х годов в Институте реставрации стало проводиться регулярное системное изучение материалов и приемов исполнения произведений древнерусской живописи. Тогда впервые в исследовательской и реставрационной практике стали использовать микроскопы. В то время сотрудниками Отдела научной реставрации темперной живописи совместно с Отделом физических, химических и физико-химических методов исследований была впервые поставлена задача планомерного изучения техники и технологии древнерусской живописи. Сейчас сотрудники Лаборатории физико-химических исследований ГОСНИИР являются ведущими специалистами в этой области.



Ил. 4.

Икона «Святая Троица» Андрея Рублёва (слева) и ее копия (справа), написанная в 1927 – 1928 гг. Николаем Андреевичем Барановым.

Икона «Святая Троица» А. Рублёва находится в *Троицком соборе Троице-Сергиевой лавры*; копия передана в *Соловецкий монастырь*. Фотография выполнена в Сергиевском музее (г. Сергиев), 1928 г.

С 1990-х годов автором настоящей статьи стали регулярно проводиться комплексные исследования произведений иконописи Нового времени. К настоящему времени изучены технологические особенности и приемы создания более двух тысяч произведений, среди которых основную часть составляли всевозможные стилизации и имитации того времени. Приведем несколько примеров.

Икона «Святая Троица» (ил. 5) — реплика знаменитого шедевра Андрея Рублёва, которую выполнил, согласно надписи на её обороте, «Царский Мастер художник иконописи Гурьянов на выставку». Это произведение — классический пример стилизации с реминисценциями русской иконописи XV – XVI вв. Вероятно, знаток древнерусского искусства В. П. Гурьянов пытался ограничить свою работу, как ему представлялось, пигментами, свойственными древней живописи. Так, в красочном слое иконы были выявлены свинцовые белила, желтая охра, красная охра, киноварь, сажа, которые встречаются и в произведениях средневековой живописи. Однако в качестве синего пигмента он использовал берлинскую лазурь, синтезированную в 1704 г.

На другой, довольно убедительно выполненной иконе-стилизации XIX в., «Спас Нерукотворный» (ил. 6) в красочном слое, помимо охр, белил, черной угольной, тоже были идентифицированы пигменты Нового времени — берлинская лазурь и желтый кадмий.

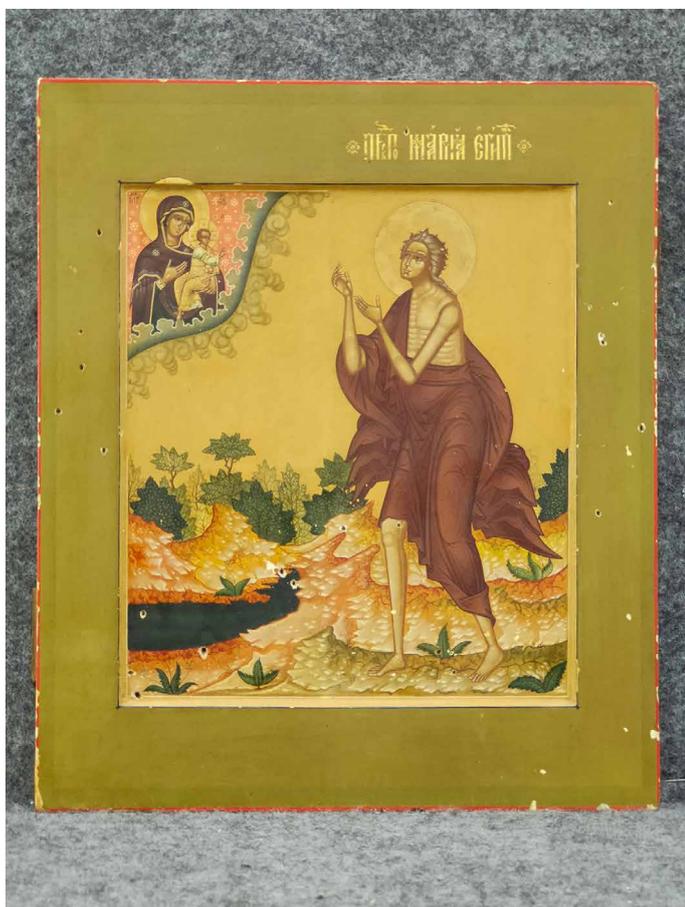


Ил. 5.
Икона «Святая Троица».
В. П. Гурьянов. Около 1906 г.
Частное собрание.
Фотография А. Василенко, 2023 г.



Ил. 6.
Икона-стилизация «Спас
Нерукотворный». Последняя
треть XIX в. Частное собрание.
Фотография В. В. Баранова, 2021 г.

На иконе-стилизации «Св. Мария Египетская» (ил. 7) известного мастера XIX в. Н. М. Силачева, которого Н. С. Лесков считал виртуозным подражателем древним «письмам», в красочном слое, помимо других, выявлены поздние пигменты — берлинская лазурь и желтый хром.



Ил. 7.

Икона «Преподобная Мария Египетская». Н. М. Силачев. 1860 – 1880-е гг. Частное собрание. Фотография А. В. Баранова, 2024 г.

На иконе «Святая Троица» (ил. 8), которая является классическим образцом имитации XIX века, проведенный химический анализ также показал наличие в красочном слое материалов, синтезированных в Новое время. Помимо свинцовых белил, желтой охры, киновари, сажи были тоже идентифицированы желтый хром и берлинская лазурь.



Ил. 8.

Икона-имитация «Святая Троица». Конец XIX – начало XX в. Частное собрание. Фотография В. В. Баранова, 2018 г.

Одной из наиболее удачных из исследованных нами подделок XIX – начала XX в. является икона «Богоматерь Одигитрия» (ил. 9). В красочном слое этой иконы тоже были выявлены пигменты Нового времени: красный органический пигмент фабричного производства и берлинская лазурь.



Ил. 9.
Икона-имитация «Богоматерь Одигитрия». Последняя четверть XIX – начало XX в. Частное собрание. Фотография В. В. Баранова. 2015 г.

Результаты проведенных исследований большого количества икон и анализ литературных источников позволяют сделать следующие обоснованные выводы. «Старинщики», реставраторы XIX – начала XX в. не ставили перед собой задачи подделывать древние произведения или восполнять на них утраты на уровне пигментного состава. В то время было достаточно представить свою «работу» так, чтобы она не отличалась от старой живописи по внешним признакам. На «старой» иконе должны были быть видимые признаки долгого бытования (старая доска, выраженный кракелюр, утраты, потемневший лак), изображение в целом должно было соответствовать стилистическим и иконографическим особенностям выбранной древней «школы». Никто из собирателей и исследователей в ту пору не изучал материалы древних икон и не проверял технологию сомнительных произведений на предмет соответствия стилю и вероятному периоду создания произведения.

Технико-технологические исследования иконных стилизаций, имитаций показали также, что на самом деле иконописцы (в том числе и фальсификаторы) дореволюционной поры совершенно не ориентировались в особенностях технологии памятников живописи даже близкого по времени позднего Средневековья. Лишь незначительная часть пигментов, которые применяли в древности, сохранилась в практическом использовании до начала XX столетия. Это индиго, охры, киноварь, красный органический пигмент, свинцовый сурик, резинат меди, свинцовые белила, сажа и уголь. Отметим один интересный факт. Недавно было установлено, что невяньские иконописцы в середине – второй половине XIX в. использовали в своих работах натуральный ультрамарин. Но в подделках того времени он пока не обнаружен.

Получается, что широко распространенное среди искусствоведов мнение о том, что иконописцы-старинщики могли использовать краски, которые были у средневековых мастеров, справедливо лишь по отношению к небольшой группе пигментов. Этот набор пигментов теоретически мы могли бы несколько расширить, так как наименования некоторых красок в литературных источниках совпадают с красочными материалами, идентифицированными современными исследователями-технологами в красочном слое памятников средневековой живописи. В публикациях XIX – начала XX в. упоминаются киноварь, смальта, малахит, индиго, лазурь (вероятно, лазурит) и некоторые другие пигменты. Однако в ходе проведенных нами исследований поздних иконных стилизаций и подделок они не были выявлены. В большинстве случаев речь шла об их синтетических аналогах, которые получили широкое очень распространение с XIX столетия. Иконописцы Нового времени использовали, главным образом, красочные материалы, синтезированные в XVIII – XIX вв.

В современную эпоху такое явление как фальсификация произведений иконописи возникло в иных социокультурных условиях и по своей сути не имеет отношения ни к каким принципиальным мировоззренческим идеалам и к мотивации религиозного характера. Это было связано со значительным повышением спроса на древние иконы, который возник с формированием сначала в позднем Советском Союзе, а затем и в новой России антикварного рынка произведений искусства.

Чтобы понять, на что способны современные поддельщики, необходимо сразу принять к сведению, что принципиальным базовым отличием их «творчества» от «контрафакции» поддельщиков прошлого является более высокий уровень технической подготовки. Это связано с появлением новых живописных и реставрационных материалов, более удобных инструментов, а также с публикацией в научной литературе значительного объема новой качественной информации по исследованиям как древней русской, так и поздней иконописи. Помимо более серьезных познаний в области эволюции стиля и иконографии древнерусской живописи поддельщикам теперь стало известно о красочных материалах, которые применяли средневековые художники. Эти сведения они умело используют в своей работе. Особо отметим также, что современные фальсификаторы используют микроскоп, что подтверждается приемами создания ими микроутрат, редактированием фактуры имитационного красочного слоя, более тонкой градацией послойной техники письма.

В качестве примеров укажем на несколько современных подделок, о которых искусствоведы отзывались как о подлинных произведениях. Это иконы «Богоматерь

Владимирская» (ил. 10), «Богоматерь Одигитрия» (ил. 11), «Успение Богоматери» (ил. 12) и др. Все они выполнены на специально подобранных старых досках (ил. 13), технология красочного слоя полностью соответствует средневековой традиции. Мало того, современные поддельщики способны выполнять искусственный краклеюр, по внешним признакам очень близкий естественному (ил. 14), который формировался столетиями.



Ил. 10.

Икона «Богоматерь с Младенцем». Современная подделка. Фрагмент. Лик Богоматери. Частное собрание. Фотография В. В. Баранова, 2024 г.



Ил. 11.

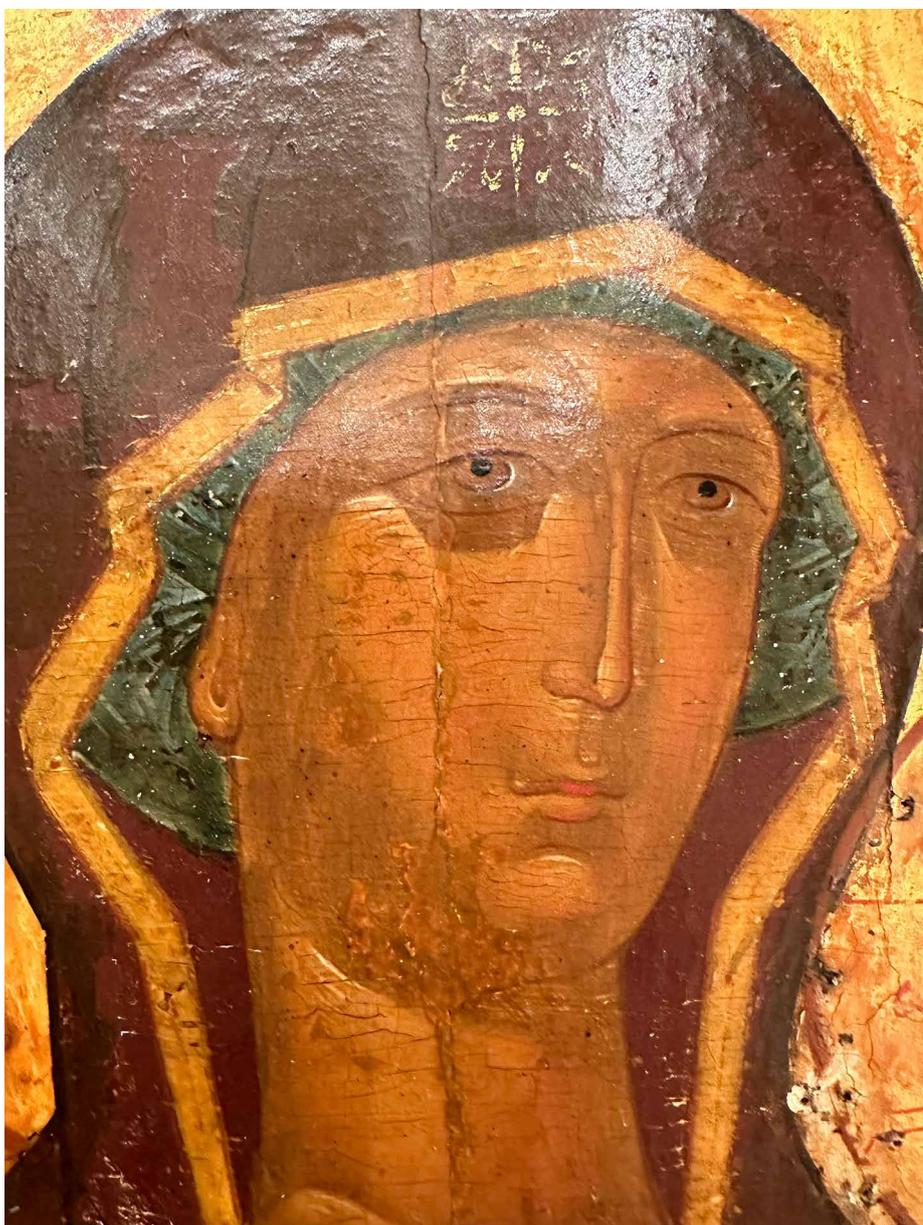
Икона «Богоматерь Одигитрия». Современная подделка. Частное собрание. Фотография В. В. Баранова, 2016 г.



Ил. 12.
Икона «Успение Богоматери».
Современная подделка.
Частное собрание. Фотография
В. В. Баранова, 2022 г.



Ил. 13.
Старая деревянная основа иконы
«Успение Богоматери», современной
подделки. Частное собрание.
Фотография В. В. Баранова, 2022 г.



Ил. 14.

Икона «Богоматерь Одигитрия». Современная подделка. Фрагмент. Лик Богоматери. Частное собрание. Фотография С. В. Свердловой, 2024 г.

Таким образом, методы стилистического анализа и физико-химических исследований в этих случаях считать надежными не приходится. Единственно, что никогда не удастся и никогда не удастся воспроизвести поддельщикам, так это естественно образовавшуюся патину древнего памятника, следы его долгого бытования и воздействия на него при поновлениях и реставрациях, логику длительного сосуществования отдельных слоев и признаки долговременного взаимодействия материалов произведения. На подлинных древних произведениях должны присутствовать следы более ранних реставрационных вмешательств. Даже при тщательном раскрытии остаются микроостатки разновременных прописей и тонировок. А их адекватно воспроизвести при подделывании красочного слоя на микроуровне чрезвычайно сложно. Именно выявление такого рода показателей дает четкие критерии, по которым можно судить о подлинности произведения.

Примечания

1. Боровик П., Ройзман Е. В. Подписные и датированные иконы в собрании музея «Невьянская икона». XVIII в. // Вестник музея «Невьянская икона». Вып. 1. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2002. С. 18 – 31; Яковлева А. И., Наумова М. М.

Пигменты и грунты икон XVIII – XIX веков из собрания музея «Московский Кремль» и значение их исследования для атрибуции // Проблемы реставрации музейных памятников. Сб. ст. М. : Известия, 2001. С. 37 – 40.

2. Баранов В. В. Некоторые проблемы атрибуции поздней иконописи // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства. Материалы II науч. конф. 27 мая – 31 мая 1996, Москва. М. : Магнум Артс, 1998. С. 29 – 33; Он же. Сравнительное изучение техники и технологии древней и поздней иконописи. Новый подход в экспертизе // Художественное наследие. Хранение, исследования, реставрация. М. : РИО ГОСНИИР, 2003. Вып. 20. С. 82 – 87; Он же. Технология поздней русской иконописи (по материалам новейших исследований) // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного и декоративно-прикладного искусства. Материалы XIX науч. конф. 26 ноября – 28 ноября 2014 года, Москва. М. : Магнум Артс, 2015. С. 10 – 17.

3. Лаврентьева Е. В., Кадикова И. Ф. Иконопись старообрядческого горнозаводского Урала первой половины XVIII в.: исследование технологических приемов и художественных материалов // Восьмой Всероссийский конкурс молодых ученых в области искусств и культуры: сб. работ лауреатов [Электронное сетевое издание]. М. : Институт Наследия, 2021. С. 6 – 63. — URL: <https://heritage-institute.ru/wp-content/uploads/2021/12/sbornik-kmu-2021.pdf> (дата обращения 3.12.2024); Они же. О результатах технологического исследования семи икон из собрания НТМЗ «Горнозаводской Урал» // «Художественные чтения»: материалы XI Всерос. науч.-практич. конф. 26 – 27 октября 2023 г. / отв. ред. И. Ю. Матвеева. Нижний Тагил : Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал», 2023. С. 202 – 208; Лаврентьева Е. В., Кадикова И. Ф., Карпенко В. Ю. Новые данные об оранжевых минеральных пигментах в произведениях невянской школы иконописи // *Secreta Artis*. 2023. Т. 6. Вып. 2. С. 22 – 49.

4. Любопытный художник и ремесленник. Или записки, касающиеся до разных художеств, рукоделий, составов и до некоторых экономических, поваренных и садовых работах, по которым всякий сам собою без затруднения удобным образом составлять разные к тому смешения, и делать многие любопытные художества и работы может без всякого показания / Собранные как из практического оных употребления, так и из достоверных записок, А. Решетниковым. М. : Тип. А. Решетникова, 1791. С. 339.

5. Красочный фабрикант, или наставление для составления всякого рода красок, служащих для разной живописи, разного рода украшения и расписывания на масле и других веществах / Собранный и издан В. Левшиным. М. : В Университетской тип., 1824. С. 135, 144.

6. Аггеев П. Я. Краски старых русских иконописцев // Вестник изящных искусств. М., 1886. Т. 4. Вып. 6. С. 450 – 464.

7. Ровинский Д. А. Обзорение иконописания в России до конца XVII века. Описание фейерверков и иллюминаций. [СПб.] : А. С. Суворин, 1903. — 330 с.

8. Арефьев И. Ф. О правилах и приемах древнего русского иконописания // Журнал 80-го заседания Тверской ученой архивной комиссии 21 февраля 1901 года. Тверь, 1901. С. 13.

9. Прохоров С. М. Об иконописи и ее технике // Светильник. М., 1914. №1. С. 38.

10. Дурново Л. Техника древнерусской живописи // Материалы по технике и методам реставрации древнерусской живописи. Л.: [Русск. музей], 1926 (госуд. тип. им. Ив. Федорова). С. 13.

11. Щавинский В. А. Очерки по истории техники живописи и технологии красок в Древней Руси // Изв. Гос. Академии истории материальной культуры. М.; Л., 1935. Вып. 115. С. 111 – 121.

12. Размышление о Рублеве. Две иконы художника-реставратора В. О. Кирикова. Центральный музей древнерусской культуры и искусства имени Андрея Рублева. Выставка 15 августа – 11 декабря 2022. М. : ЦМиАР, 2022. С. 22.

13. Находилась в Троицком соборе Троице-Сергиевой лавры, недавно передана в Соловецкий монастырь.

1. Borovik P., Rojzman E. V. Podpisny`e i datirovanny`e ikony` v sobranii muzeya «Nev`yanskaya ikona». XVIII v. // Vestnik muzeya «Nev`yanskaya ikona». Vy`p. 1. Ekaterinburg: Izd-vo Ural`skogo un-ta, 2002. S. 18 – 31; Yakovleva A. I., Naumova M. M. Pigmenty` i grunty` ikon XVIII – XIX vekov iz sobraniya muzeya «Moskovskij Kreml`» i znachenie ix issledovaniya dlya atribucii // Problemy` restavratsii muzejny`x pamyatnikov. Sb. st. M. : Izvestiya, 2001. S. 37 – 40.

2. Baranov V. V. Nekotory`e problemy` atribucii pozdnej ikonopisi // E`kspertiza i atribuciya proizvedenij izobrazitel`nogo iskusstva. Materialy` II nauch. konf. 27 maya – 31 maya 1996, Moskva. M. : Magnum Ars, 1998. S. 29 – 33; On zhe. Sravnitel`noe izuchenie tekhniki i tekhnologii drevnej i pozdnej ikonopisi. Novy`j podxod v e`kspertize // Xudozhestvennoe nasledie. Xranenie, issledovaniya, restavraciya. M. : RIO GOSNIIR, 2003. Vy`p. 20. S. 82 – 87. On zhe. Tekhnologiya pozdnej russoj ikonopisi (po materialam novejsix issledovanij) // E`kspertiza i atribuciya proizvedenij izobrazitel`nogo i dekorativno-prikladnogo iskusstva. Materialy` XIX nauch. konf. 26 noyabrya – 28 noyabrya 2014 goda, Moskva. M. : Magnum Ars, 2015. S. 10 – 17.

3. Lavrent`eva E. V., Kadikova I. F. Ikonopis` staroobryadcheskogo gornozavodskogo Urala pervoj poloviny` XVIII v.: issledovanie tekhnologicheskix priemov i xudozhestvenny`x materialov // Vos`moj Vserossijskij konkurs molody`x ucheny`x v oblasti iskusstv i kul`tury: sb. rabot laureatov [E`lektronnoe setevoe izdanie]. M. : Institut Naslediya, 2021. S. 6 – 63. — URL: <https://heritage-institute.ru/wp-content/uploads/2021/12/sbornik-kmu-2021.pdf> (data obrashheniya 3.12.2024); Oni zhe. O rezul`tatax tekhnologicheskogo issledovaniya semi ikon iz sobraniya NTMZ «Gornozavodskoj Ural» // «Xudoyarovskie chteniya»: materialy` XI Vseros. nauch.-praktich. konf, 26 – 27 oktyabrya 2023 g. / otv. red. I. Yu. Matveeva. Nizhnij Tagil : Nizhnetagil`skij muzej-zapovednik «Gornozavodskoj Ural», 2023. S. 202 – 208; Lavrent`eva E. V., Kadikova I. F., Karpenko V. Yu. Novy`e danny`e ob oran-zhevy`x mineral`ny`x pigmentax v proizvedeniyax nev`yanskoj shkoly` ikonopisi // Secreta Artis. 2023. T. 6. Vy`p. 2. S. 22 – 49.

4. Lyubopy`tny`j xudozhnik i remeslennik. Ili zapiski, kasayushhiesya do razny`x xudozhestv, rukodelij, sostavov i do nekotory`x e`konomicheskix, povarenny`x i sadovy`x rabotax, po kotory`m vsyakij sam soboyu bez zatrudneniya udobny`m obrazom sostavlyat` razny`e k tomu smesheniya, i delat` mnogie lyubopy`tny`e xudozhestva i raboty` mozhet

bez vsyakogo pokazaniya / Sobranny`e kak iz prakticheskogo ony`x upotrebleniya, tak i iz dostovernny`x zapisok, A. Reshetnikov`m. M. : Tip. A. Reshetnikova, 1791. S. 339.

5. Krasochny`j fabrikant, ili nastavlenie dlya sostavleniya vsyakogo roda krasok, sluzhashhix dlya raznoj zhivopisi, raznogo roda ukrasheniya i raspisy`vaniya na masle i drugix veshhestvax / Sobran i izdan V. Levshiny`m. M. : V Universitetskoj tip., 1824. S. 135, 144.

6. Aggeev P. Ya. Kraski stary`x russkix ikonopiscev // Vestnik izyashhny`x iskusstv. M., 1886. T. 4. Vy`p. 6. S. 450 – 464.

7. Rovinskij D. A. Obozrenie ikonopisaniya v Rossii do koncza XVII veka. Opisanie fe-jerverkov i illyuminacij. [SPb.] : A. S. Suvorin, 1903. — 330 s.

8. Aref`ev I. F. O pravilax i priemax drevnego russkogo ikonopisaniya // Zhurnal 80-go zasedaniya Tverskoj uchenoj arxivnoj komissii 21 fevralya 1901 goda. Tver`, 1901. S. 13.

9. Proxorov S. M. Ob ikonopisi i eya texnike // Svetil`nik. M., 1914. №1. S. 38.

10. Durnovo L. Texnika drevnerusskoj zhivopisi // Materialy` po texnike i metodam restavracii drevnerusskoj zhivopisi. L.: [Russk. muzej], 1926 (gosud. tip. im. Iv. Fedorova). S. 13.

11. Shhavinskij V. A. Oчерки po istorii texniki zhivopisi i texnologii krasok v Drevnej Rusi // Izv. Gos. Akademii istorii material`noj kul`tury`. M.; L., 1935. Vy`p. 115. S. 111 – 121.

12. Razmy`shlenie o Rubleve. Dve ikony` xudozhnika-restavratora V. O. Kirikova. Central`ny`j muzej drevnerusskoj kul`tury` i iskusstva imeni Andrey a Rubleva. Vy`stavka 15 avgusta – 11 dekabrya 2022. M. : CzMiAR, 2022. S. 22.

13. Naxodilas` v Troiczkom sobore Troice-Sergievoj lavry`, nedavno peredana v Soloveczkij monasty`r`.

Список сокращений

ГОСНИИР — Государственный научно-исследовательский институт реставрации

ГТГ — Государственная Третьяковская галерея

ЦМиАР — Центральный музей древнерусской культуры и искусства имени Андрея Рублева

Сведения об авторе

Баранов Виктор Вячеславович — кандидат искусствоведения, реставратор высшей категории, член Государственной комиссии по аттестации реставраторов МК РФ; ФГБНИУ «ГОСНИИР», ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических исследований

Российская Федерация, 107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1

E-mail: trinity64@mail.ru

Baranov Viktor V. — Ph.D., restorer of the highest category, member of the State Commission for Certification of Restorers of the Ministry of Culture of the Russian Federation; The State Research Institute for Restoration, Leading Researcher at the Laboratory of Physicochemical Research

44-1, Gastello St., Moscow, Russia, 107014

E-mail: trinity64@mail.ru

В. И. Гордюшина, А. Д. Синченко, С. Е. Торопов, В. М. Рудаков

ОЦЕНКА СОХРАННОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НАСТИЛА ПРИУСАДЕБНОГО УЧАСТКА XII ВЕКА ИЗ ТРОИЦКОГО РАСКОПА (ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД). РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСЕРВАЦИИ

Работа посвящена изучению степени сохранности древесины настила приусадебного участка XII века из Троицкого раскопа (Великий Новгород) и разработке рекомендаций по ее консервации. В лаборатории химико-технологических исследований ФГБНИУ «ГОСНИИР» более 20 лет ведутся работы по сохранению археологических предметов из дерева. На основании мирового опыта и знаний в области сохранения археологических артефактов, а также лабораторных исследований и практических работ на объектах в нашей лаборатории разработаны методические основы консервации как для конкретного археологического предмета, так и для серии предметов из дерева. Изменение плотности и, соответственно, прочности археологической древесины по сравнению со здоровой той же породы — наиболее приемлемый критерий оценки степени ее разрушения. Разрушение древесины, извлеченной из воды или мокрого грунта, как правило, происходит в верхних слоях. Более глубинные слои по прочности соответствуют здоровой древесине, которая не требует укрепления. Поэтому оценка «степени деградации» древесины по глубине массива дает наиболее объективные данные для разработки методических рекомендаций по ее консервации. Археологические предметы настила, отобранные для консервации, представлены в основном в виде горбыля, очищенного от коры. Экспериментально доказано, что для укрепления противоположных сторон горбыля требуется разное количество консолиданта. По полученным данным было рассчитано оптимальное его количество с учетом глубины и степени разрушения древесины. В статье подробно изложено обоснование выбора консолиданта, методов пропитки, сушки и контроля за процессом консервации. Завершающий этап исследовательской работы — создание рекомендаций по проведению технологических операций консервации археологической древесины настила приусадебного участка XII века из Троицкого раскопа (Великий Новгород).

Ключевые слова: археологическая древесина, степень деградации, консолиданты, оптимальное количество, консервация, метод контроля, полиэтиленгликоли, ПЭГ-1500.

V I. Gordyushina, A. D. Sinchenko, S. E. Toropov, V. M. Rudakov

ASSESSMENT OF THE PRESERVATION OF THE TIMBER FLOORING OF THE 12TH-CENTURY HOMESTEAD FROM THE TROITSKY EXCAVATION (VELIKY NOVGOROD). RECOMMENDATIONS FOR CONSERVATION

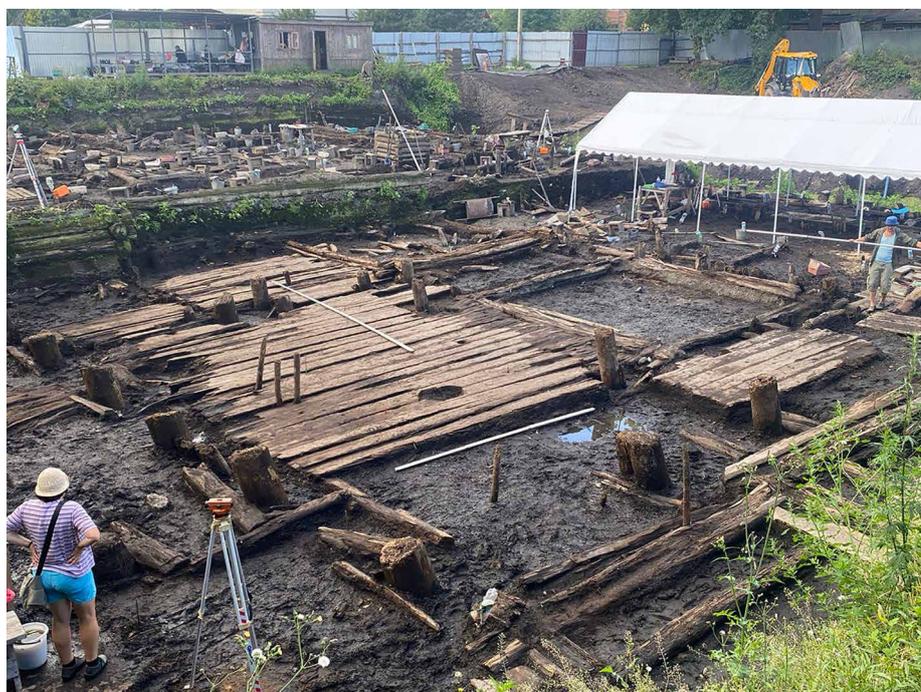
This work is devoted to the study of the degree of preservation of the timber flooring of the 12th century homestead from the Troitsky excavation (Veliky Novgorod) and the development of methodological recommendations for its conservation. For more than 20 years, the Laboratory of Chemical and Technological Research of the State Research Institute for Conservation has been working on preservation of archaeological objects made of wood. Based on the world experience and knowledge accumulated in the field of preservation of archaeological artifacts, as well as laboratory research and practical work on objects, our laboratory has developed methodological foundations for conservation, both for a specific archaeological object and for a series of objects made of wood. A change in the density and, accordingly, the strength of archaeological wood compared to healthy wood of the same breed is the most acceptable criterion for assessing the degree of its destruction. The destruction of wood extracted from water or wet soil usually occurs in the upper layers, deeper ones are healthy wood that does not require strengthening. Therefore, the assessment of the "degree of degradation" of wood by the depth of the massif provides the most objective data for the development of methodological recommendations for its conservation. The archaeological objects of the flooring selected for conservation are presented mainly in the form of a hump, peeled from the bark. It has been experimentally proven that different amounts of consolidant are required to strengthen the opposite sides of the hump. According to the data

obtained, the optimal amount of it was calculated, taking into account the depth and degree of destruction of the wood. This article describes in detail the choice of a consolidant, methods of impregnation, drying and control of the conservation process. The final stage of the research work was the creation of recommendations for carrying out technological operations for the conservation of archaeological timber flooring of a 12th-century homestead from the Troitsky excavation (Veliky Novgorod).

Keywords: archaeological wood, degree of degradation, consolidants, optimal amount, conservation, control method, polyethylene glycols, PEG-1500.

В 2024 году Новгородским государственным объединенным музеем-заповедником, Новгородским государственным университетом им. Ярослава Мудрого, Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова и Троицким отрядом Института археологии РАН проводились археологические исследования на раскопе Троицкий-XVII в Великом Новгороде (руководитель работ О. А. Тарабардина, держатели открытых листов Е. В. Торопова, В. К. Сингх). Троицкий раскоп находится на пересечении улиц Троицкой и Телегина-Редятина, в Людином конце — одном из исторических районов Великого Новгорода.

В ходе работ в северо-восточной части раскопа были обнаружены остатки усадьбы, по археологическому контексту датируемой первой половиной XII века. Комплекс усадьбы включал хозяйственные и жилые постройки, а также настил, состоящий из деревянных плах длиной до 6 метров, лежащих вплотную друг к другу плоской стороной вверх. Длина самого настила составила 10 метров. Сравнительно хорошая сохранность древесины настила, его значительная площадь и ранняя датировка свидетельствуют об исторической ценности данного объекта, целесообразности и возможности его консервации для последующего экспонирования (ил. 1).



Ил. 1.

Троицкий раскоп, Великий Новгород. Фотография, июнь 2024 г. Личный архив авторов

В начале июля 2024 г. частично очищенные от поверхностных загрязнений и промаркированные доски настила были перенесены в гаражи (№2 и №3) для проведения консервационно-реставрационных работ (ил. 2). С целью предотвращения быстрой сушки, которая приводит к разрушению древесины, археологические

предметы были накрыты пористым синтетическим материалом. Перед сотрудниками лаборатории химико-технологических исследований ФГБНИУ «ГОСНИИР» была поставлена задача разработки рекомендаций по консервации данной археологической находки. Для определения видовой принадлежности древесины коллегами из ИА РАН были отобраны пробы горбыля.



Ил. 2.

Троицкий раскоп. Древесина настила приусадебного участка: а — гаражи №2, 3; б — помещение гаража №2; в — левая сторона помещения гаража №3; г — правая сторона помещения гаража №3. Фотографы В. И. Гордюшина, А. Д. Синченко, июль 2024 г. Личный архив авторов

В лаборатории химико-технологических исследований более 20 лет ведутся работы по сохранению археологических предметов из дерева. На основании мирового опыта и знаний, накопившихся в области сохранения археологических артефактов, а также лабораторных исследований и практических работ на объектах в нашей лаборатории разработаны методические основы консервации — как для конкретного археологического предмета, так и для серии предметов из дерева¹.

Технологическая схема проводимых операций:

- *оценка состояния археологического объекта.* Включает визуальное обследование предмета, фотофиксацию, определение видовой принадлежности древесины, твердости поверхности, физических свойств по глубине массива и замеры по контрольным точкам. По полученным данным оценивается «степень деградации» древесины;
- *оценка условий залегания археологической находки.* От условий залегания зависит характер разрушения древесины;
- *выбор консолиданта.* Основывается на полученных экспериментальных данных, в большей степени зависит от влажностного состояния древесины. Необходимо также учитывать условия экспозиции законсервированного предмета (музейная, естественные природные условия);
- *выбор методов пропитки* (в ваннах или «мокрым по мокрому») *и сушки древесины;*

- *расчет оптимального количества консолиданта;*
- *контроль за процессом насыщения древесины (зависит от метода пропитки);*
- *выбор технологических параметров консервации (температура, концентрации растворов, время пропитки в ваннах или периодичность обработки поверхности и др.). Зависят от метода пропитки и результатов исследования конкретного предмета или серии предметов;*
- *последовательность проведения технологических операций (для пропиточных ванн или метода «мокрым по мокрому») с контролем за процессом насыщения древесины консолидантом;*
- *«мягкая» сушка и контроль за состоянием древесины в процессе сушки;*
- *оценка результатов консервации. Осуществляется визуально, по изменению линейных (или объемных) размеров, твердости и степени укрепления древесины по глубине пропитки.*

Известно, что объективная оценка степени разрушения предмета и деградации древесины необходима для выбора научно обоснованных методов его консервации. Традиционно для этих целей проводится визуальное обследование, определяется видовая принадлежность, изучаются структура, химический состав, степень деградации древесины, ее влажностное состояние, усадочные процессы и другие. Специфика консервации конкретного объекта требует выбора собственных критериев оценки степени разрушения древесины. В 80-е годы прошлого столетия наши белорусские коллеги Ю. В. Вихров и С. Ю. Казанская ввели понятие «степень деградации», характеризующее уменьшение плотности разрушенной древесины относительно здоровой той же породы дерева. Было предложено четыре «степени деградации» древесины: уменьшение плотности от 0 до 20% — I степень, от 20 до 40% — II, от 40 до 60% — III и выше 60% — IV степень. На наш взгляд, изменение плотности и, соответственно, прочности археологической древесины по сравнению со здоровой той же породы — наиболее приемлемый критерий оценки степени ее разрушения.

Разрушение древесины, извлеченной из воды или мокрого грунта, как правило, происходит в верхних слоях; более глубинные — это здоровая древесина. Глубина и степень деградации в поверхностных слоях древесины зависит от многих факторов ее залегания (химического и биологического состава, температуры, глубины, времени, стабильности окружающей среды и др.). Поэтому оценка степени деградации древесины по глубине массива и влажностного ее состояния дает наиболее объективные данные при разработке методик ее консервации. Благодаря полученным экспериментальным данным принимается решение: насколько глубоко требуется укрепить древесину, какое количество консолиданта (оптимальное) необходимо ввести в нее, какие концентрации раствора использовать с тем, чтобы укрепить разрушенные слои, в то же время не увлажнять глубинные и, таким образом, не подвергать их воздействию дополнительных деформационных нагрузок (набухание — усушка). Визуальная оценка археологического предмета позволяет разработать комплекс мероприятий по устранению деформаций, растрескивания, расщеплений, отслоения деградированных поверхностных слоев и других дефектов древесины, появившихся в промежутки времени между извлечением из грунта или воды и началом консервации.

Археологические предметы настила приусадебного участка, отобранные для консервации, представлены в основном в виде горбыля, очищенного от коры. Можно предположить, что настил изготовлен из хвойных пород дерева. Выпуклая поверхность горбыля (на определенную глубину) и 2 узких продольных участка по краям плоской поверхности — это заболонная древесина; центральная часть плоской поверхности горбыля — ядровая. Известно, что заболонная древесина подвергается в большей степени разрушению, чем ядровая. Следовательно, глубина и степень разрушения древесины по глубине массива разных сторон горбыля различаются и, соответственно, для их укрепления потребуется разное количество консолиданта. Для более достоверной информации о степени деградации древесины пробы отбирались с менее и более разрушенных участков плоской стороны горбыля; с выпуклой и плоской сторон горбылей. Оценка деградации древесины проводилась по изменению ее физических характеристик по глубине массива — влажность, плотность мокрой и абсолютно сухой, объемная усушка / усадка. Названные характеристики определялись по стандартным методикам на образцах проб, отобранных возрастным буравом Haglof.

В качестве примера результаты изменения физических свойств древесины по глубине массива представлены на *ил. 3, 4* (проба 1 отобрана со стороны заболонной части горбыля) и *ил. 5–8* (пробы 4 и 5 отобраны на прочном и рыхлом участках горбыля со стороны ядровой части).



Ил. 3.

Проба 1. Горбыль без коры, максимальная толщина = 14,5 см, маркировка — 12. Визуально древесина в хорошем состоянии, мокрая. Проба отобрана по глубине массива в радиальном направлении в верхней точке горбыля. Помещение: гараж №3, правая сторона от входа: а — общий вид горбыля; б — место отбора пробы, в — образцы пробы 1. Фотографы В. И. Гордюшина, А. Д. Синченко, июль 2024 г. *Личный архив авторов*

Из данных, полученных при изучении физических свойств древесины по глубине массива, следует, что поверхность выпуклой части горбыля (заболонная древесина) подвержена в большей степени разрушению, чем плоская (ядровая древесина). Глубина деградации заболонной древесины колеблется в пределах 30 – 40 мм, ядровой — 10 – 13 мм на участках удовлетворительной сохранности и до 15 мм на сильно разрушенных. Объемная усушка / усадка древесины глубинной части горбыля соответствует здоровой, а деградированных поверхностных слоев — в ряде случаев увеличивается до 27% (максимальная усушка древесины здоровой сосны — 13,2%, ели — 12,9%). Влажность древесины всех изучаемых предметов значительно выше предела насыщения клеточных стенок ($W_{п.н.}$ — влажность древесины, ниже которой начинаются усадочные процессы и изменения ее физических и прочностных

свойств). Следовательно, на момент отбора проб усадка древесины практически отсутствовала. Учитывая высокие показатели усушки / усадки и степени деградации верхних слоев древесины (II–III степени), можно предположить, насколько глубоко усадочные процессы будут протекать в процессе сушки и какой непоправимый урон будет нанесен археологическим предметам в случае несвоевременной их консервации.



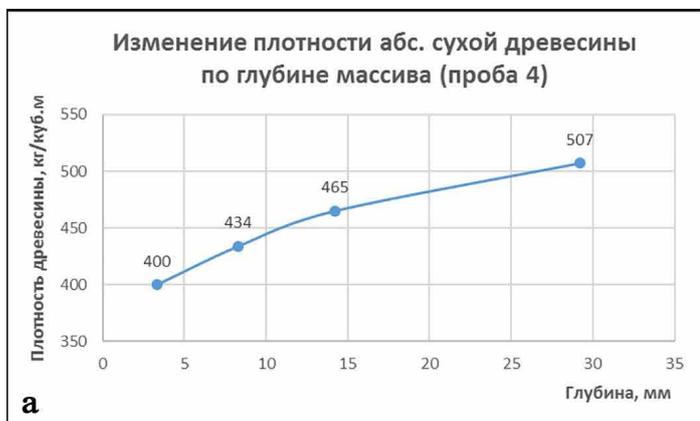
Ил. 4.

Проба 1. Горбыль, маркировка — 12. Проба отобрана в радиальном направлении в верхней точке горбыля. Изменение физических свойств древесины по глубине массива: а — изменение плотности; б — изменение влажности. Объемная усушка / усадка древесины образцов пробы 1 (от исходного влажного состояния до абсолютно сухого) колеблется в пределах от 13,5 до 19,1%.



Ил. 5.

Проба 4. Горбыль, маркировка — 23; максимальная толщина 13 – 14 см. Проба отобрана на более прочном участке горбыля (визуальная оценка) перпендикулярно плоской его стороне, мокрая. Помещение: гараж №2: а — общий вид доски, б — место отбора пробы. Фотографы В. И. Гордюшина, А. Д. Синченко, Июль 2024 г. Личный архив авторов



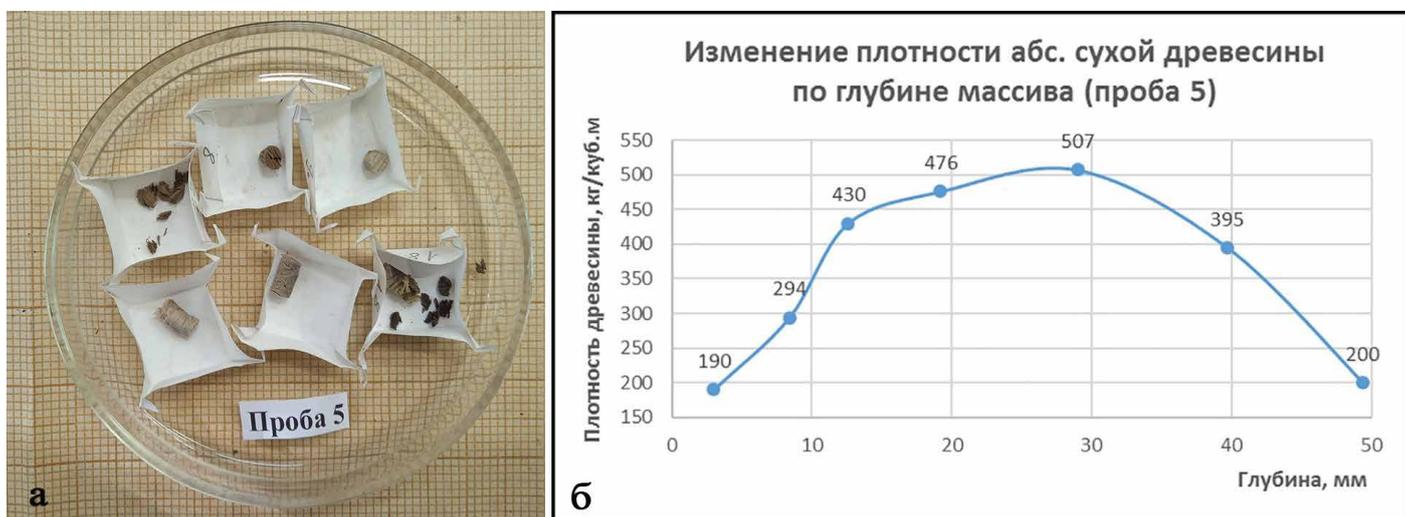
Ил. 6.

Проба 4. Горбыль, маркировка — 23. Проба отобрана перпендикулярно плоской стороне горбыля (ядровая часть древесины). Изменение физических свойств древесины по глубине массива: а — изменение плотности; б — изменение влажности. Объемная усушка / усадка древесины образцов пробы 4 (от исходного влажного состояния до абсолютно сухого) колеблется в пределах от 13,4 до 14,0%.



Ил. 7.

Проба 5. Горбыль, маркировка — 23, максимальная толщина — 13 см. Древесина мокрая, поверхность сильно разрушена. Проба отобрана перпендикулярно плоской поверхности горбыля. Толщина горбыля в месте отбора пробы около 6 см. Помещение: гараж №2: а — общий вид горбыля; б — место отбора пробы. Фотограф В. И. Гордюшина, июль 2024 г. *Личный архив авторов*



Ил. 8.

Проба 5. Горбыль, маркировка — 23. Толщина горбыля в месте отбора пробы около 6 см. Изменение плотности древесины по глубине массива: а — образцы пробы 5, б — изменение плотности. Фотограф В. И. Гордюшина, июль 2024 г.

Личный архив авторов

Объемная усушка / усадка древесины образцов пробы 5 (от влажного состояния 44 – 93% до абсолютно сухого) на рыхлых поверхностных участках — 17,1 – 27,0%, в более глубоких слоях колеблется в пределах от 13,7 до 16,4%

В результате визуального обследования предметов настила и лабораторных исследований древесины был сделан вывод о том, что с целью предупреждения интенсивного разрушения древесины и сохранения археологической находки необходимо следующее:

- до начала проведения консервационно-реставрационных работ накрыть предметы пористым синтетическим материалом с целью снижения скорости сушки. Известно, что в процессе сушки предмета развиваются внутренние (влажностные) напряжения, которые рвут древесину. При этом, чем выше скорость сушки, тем выше уровень возникающих напряжений и катастрофичнее последствия для объекта. Особенно важен режим сушки для мокрой археологической древесины, у которой высокое значение $W_{п.н.}$, соответственно, низкая прочность и усушка / усадка начинается с более высоких показателей влажности и протекает более глубоко, чем у здоровой древесины. В ряде случаев эти процессы приводят к полной потере археологического предмета;
- с максимально коротким временным интервалом (от раскопа до консервации) начинать работы по сохранению археологических находок.

Рекомендации по выбору консолиданта, методов консервации и проведению технологических операций по сохранению археологических находок

Важнейшими этапами разработки рекомендаций по консервации археологических предметов являются выбор консолиданта, методов пропитки и сушки, а также технологических параметров консервации.

Обоснование выбора консолиданта и метода консервации

Консервация археологической древесины в сравнении с сухой древесиной музейных экспонатов имеет свои специфические особенности и требует применения специальных технологий и материалов. Основной задачей при консервации древесины с повышенной влажностью или мокрой является удаление из нее влаги без нарушения формы предмета и укрепление, без изменения естественного цвета и фактуры. Традиционно для решения поставленной задачи в реставрационной практике используют:

- вымораживание древесины;
- замещение влаги в древесине летучими органическими растворителями с последующей пропиткой обезвоженного дерева консолидантом в растворителе;
- замещение влаги в древесине водорастворимыми консолидантами, способными затем переходить в твердое состояние в процессе сушки (ПЭГ, Trehalose и другие).

Преимущество водорастворимых консолидантов заключается в том, что их применение позволяет не только укрепить древесину на глубину разрушения, но также способствует затягиванию мелких трещин и устранению имеющихся деформаций.

Ни один из существующих методов не получил такого широкого распространения, как метод консервации деградированной древесины полиэтиленгликолями (ПЭГ). Методики с их использованием достаточно полно освещены в литературе и применяются уже не одно десятилетие.

Полиэтиленгликоли или полиоксиэтиленгликоли — синтетические высокомолекулярные вещества. При комнатной температуре низкомолекулярные ПЭГ представляют собой жидкости (ПЭГ-200, -300, -400, -600), по мере увеличения молекулярной массы они приобретают консистенцию засахаренного меда (ПЭГ-1000), ПЭГ м.м. 1200 и выше (ПЭГ-1200, -1500, -2000, -3000, -4000 и др.) — это парафиноподобные вещества. Твердые ПЭГ плавятся в интервале температур 40 – 60°С, имеют низкое поверхностное натяжение, растворимы в воде и в большинстве органических растворителей, растворы их низковязки. По мере увеличения молекулярной массы растворимость ПЭГ уменьшается, с повышением температуры — увеличивается. ПЭГ пластичны и характеризуются высокой химической стойкостью. Существенное преимущество ПЭГ и их водных и водно-спиртовых растворов заключается в том, что они экологически безопасны в сравнении с другими материалами, используемыми в реставрации.

В лаборатории химико-технологических исследований для консервации археологической древесины используются водные растворы полиэтиленгликоля

средней молекулярной массы марки ПЭГ-1500 (твердое вещество, $T_{\text{плавления}} = 43 - 48^{\circ}\text{C}$). Данный консолидant хорошо проникает в пористые структуры и не создает существенных напряжений в древесине в процессе ее сушки. Кроме того, существует большая вероятность снижения усушки древесины при использовании ПЭГ-1500 в качестве консолиданта. Известно, что при сушке археологической древесины изменение ее линейных размеров и, соответственно, объема происходит за счет усушки (удаление гигроскопической влаги из микропор стенок клетки) и усадки (смятие клеток с ослабленными клеточными стенками). Усушка древесины — результат утоньшения стенок клеток при понижении влажности ниже $W_{\text{п.н.}}$. Размер молекул ПЭГ-1500 соизмерим с размером микропор стенок клеток древесины, следовательно, ПЭГ-1500 способен замещать гигроскопическую влагу в микропорах стенок клеток и таким образом фиксировать их толщину в процессе сушки. Проникающую способность гидратированных молекул ПЭГ-1500 можно увеличить небольшим повышением температуры пропиточного раствора. Более высокомолекулярные ПЭГ данными особенностями не обладают из-за большего размера молекул.

Традиционно насыщение археологической древесины растворами ПЭГ осуществляется в пропиточных ваннах или методом «мокрым по мокрому» (обработка поверхности древесины консолидantом с помощью флейцев, распылителей, орошения). Для мокрой сильно деградированной археологической древесины наиболее эффективный метод консервации — это пропитка растворами консолиданта в ваннах. Однако сохранение крупногабаритных деревянных предметов по данному методу связано с особой сложностью проведения такого рода работ. Как правило, в большинстве организаций для проведения крупномасштабных работ отсутствуют помещения с соответствующим дорогостоящим техническим оснащением рабочих площадей, при этом организация новых требует больших финансовых затрат. Поэтому метод консервации археологических предметов выбирается не только на основе визуального их обследования и лабораторных исследований древесины, но и с учетом технических и финансовых возможностей организаций — исполнителей консервационного проекта. Простой и недорогостоящий метод «мокрым по мокрому» хорошо себя зарекомендовал при консервации крупногабаритных объектов. Финансовые затраты проведения работ по данному методу вполне доступны для многих организаций. В тех случаях, когда крупногабаритный предмет прибыл на консервацию подсохший (но влажность выше равновесной и ниже $W_{\text{п.н.}}$), с деформациями и трещинами, образовавшимися в результате неконтролируемой сушки, наиболее эффективно для его сохранения применить метод «мокрым по мокрому». На основе данного метода разрабатывается технология, которая позволяет укрепить древесину на глубину ее деградации, устранить деформации и предотвратить дальнейшее растрескивание.

Расчет оптимального количества консолиданта и метод контроля за процессом пропитки

Известно, что перенасыщение древесины консервантом в процессе ее пропитки приводит к негативным последствиям. Результат такой консервации — это черные, тяжелые, пластмассоподобные предметы. Кроме того, вопрос сохранности такой перенасыщенной консервантом древесины остается открытым. Введение в предмет консолиданта в недостаточном количестве в процессе сушки сопровождается усадками, утяжками, растрескиванием, короблением и другими дефектами

древесины. Для придания экспозиционного вида законсервированному археологическому предмету и его длительной сохранности в древесину в процессе пропитки необходимо вводить оптимальное количество консолиданта.

В результате проведенных лабораторных исследований было отмечено, что деградация древесины произошла на определенную глубину, далее здоровая древесина, которую нет необходимости укреплять. Поэтому количество вводимого консолиданта рассчитывается только на глубину деградированного верхнего слоя. В основе расчетов лежит следующее условие: посредством введения консолиданта необходимо повысить плотность деградированной древесины до показателя здоровой. Из графика изменения плотности древесины по глубине массива определяется глубина и усредненная плотность (по долевному принципу) деградированного слоя древесины. Оптимальное количество консолиданта, которое необходимо ввести в древесину, рассчитывается на единицу площади (1 м²) обрабатываемой поверхности предмета. При пропитке древесины методом «мокрым по мокрому» для учета потерь консолиданта рассчитанную величину расхода увеличивают примерно на 10%.

Для крупногабаритных предметов (например, судно), возможно с высокой достоверностью рассчитать оптимальное количество консолиданта, необходимое для придания экспозиционного вида и длительного его хранения. Для этого выделяются участки с разной «степенью деградации» древесины и для каждого — рассчитывается оптимальный расход консолиданта. Насыщение древесины растворами консерванта осуществляется согласно проведенным расчетам для каждого выделенного участка². В случае большого количества однотипных среднего размера предметов данный подход не рационален и влечет за собой большие трудозатраты. Для такого рода археологических находок расчеты проводятся по усредненным данным, полученным в результате эксперимента, и корректируются в процессе пропитки.

Как отмечалось ранее, оптимальное количество консолиданта, необходимое для укрепления горбыля с выпуклой и плоской его сторон, различается. Поэтому по всем испытываемым пробам усредненные расходы консерванта рассчитывались отдельно для заболонной и ядровой древесины.

Усредненный оптимальный расход консолиданта при пропитке выпуклых поверхностей горбылей — 4,52 кг на 1 м², с учетом 10% потерь — 4,97 кг на 1 м².

Усредненный оптимальный расход консолиданта при пропитке плоских поверхностей горбылей — 1,29 кг на 1 м², с учетом 10% потерь — 1,42 кг на 1 м².

Площадь ядровой древесины в центральной продольной части плоской поверхности горбыля занимает примерно 30% от всей его площади. Поэтому общий расход на всю поверхность горбыля рассчитывается по долевному принципу: $1,42 \times 0,3 + 4,97 \times 0,7 = 3,9$ кг ПЭГ-1500 на 1 м² поверхности горбыля.

Контроль за насыщением древесины растворами консолиданта в процессе пропитки осуществляется по их расходу на единицу площади обрабатываемой поверхности (1 м²).

Концентрации растворов консолиданта и температурные параметры пропитки предметов методом «мокрым по мокрому» выбираются в зависимости

от температурно-влажностных условий окружающей среды, глубины, «степени деградации» и влажности древесины. К началу консервации археологических предметов влажность древесины была выше $W_{п.н.}$, следовательно, в процессе сушки начнется активная усадка, которая приведет к растрескиванию, деформациям, расслоению и другим дефектам древесины. С целью устранения негативных последствий для археологических предметов необходимо в процессе их пропитки создать условия, которые позволят снизить скорость удаления влаги из верхних слоев древесины (за счет образования слоя консолиданта) и, соответственно, уменьшить уровень влажностных напряжений, которые являются основной причиной разрушения. Требуемая глубина пропитки и снижение скорости сушки древесины могут быть достигнуты подбором концентраций и температуры пропиточных растворов выбранного консолиданта. На основе лабораторных исследований физических свойств древесины и термо-влажностных условий окружающей среды (температура выше 20°C) было принято решение начинать пропитку водными растворами ПЭГ-1500 повышенных концентраций: вначале 20%, затем 30% или 40% в зависимости от результатов, полученных в процессе консервации.

Для предупреждения биоповреждения древесины при первой ее пропитке в раствор ПЭГ-1500 вводится борная кислота в количестве 1% (далее по мере необходимости). Борная кислота плохо растворяется в холодной воде. В случае приготовления раствора ПЭГ при комнатной температуре вначале необходимо растворить кислоту в определенной порции воды, подогретой до температуры $35-50^{\circ}\text{C}$. Далее в герметичную емкость в соответствующих соотношениях загружаются ПЭГ-1500, раствор борной кислоты и вода с учетом порции, отобранной для растворения кислоты. Компоненты тщательно перемешиваются до получения прозрачного раствора.

Для контроля за процессом насыщения древесины консолидантом после каждой операции пропитки необходимо пересчитывать расход раствора на содержание в нем сухого ПЭГ-1500.

В результате проделанной научно-исследовательской работы было принято следующее решение:

- в качестве консерванта использовать водные растворы полиэтиленгликоля марки ПЭГ-1500 повышенных концентраций;
- пропитку древесины проводить методом «мокрым по мокрому»;
- для устранения и предупреждения биоповреждения древесины в раствор ПЭГ-1500 вводить борную кислоту в количестве 1% (по мере необходимости);
- контроль за введением оптимального количества консолиданта в древесину осуществлять по его расходу на единицу площади поверхности предметов;
- сушку древесины проводить в условиях повышенной влажности воздуха над пропитанными консолидантом предметами («мягкая сушка»);
- оценку результатов консервации археологических предметов проводить визуально, а также по твердости поверхности (с помощью твердомера ШОР тип D) и степени укрепления древесины по глубине пропитки (на образцах, отобранных возрастным буравом Haglof).

Рекомендации по проведению технологических операций консервации археологической древесины настила приусадебного участка XII века из Троицкого раскопа (Великий Новгород)

Технологические операции консервации археологических предметов разработаны с учетом визуального обследования древесины, а также ее влажностного состояния и «степени деградации» по глубине массива.

Все технологические операции консервации археологических предметов проводятся в условиях положительных температур (отапливаемые помещения).

Для проведения консервационных работ выделены три рабочих участка (гараж №2, правая сторона гаража №3, левая сторона гаража №3) с серией предметов. Все предметы должны быть приподняты над полом с помощью подведения под них деревянных брусков. Для каждого выделенного участка заводится журнал, в который вносят следующие данные:

- суммарная площадь обрабатываемой поверхности предметов и запланированный расход ПЭГ-1500 на данную площадь;
- дата проведения всех операций по консервации археологических предметов (очистка, пропитка, сушка).

В процессе пропитки древесины ежедневно (с указанием даты) в журнал заносятся следующие сведения:

- расход раствора ПЭГ и сухого ПЭГ за данный рабочий день;
- суммарный расход раствора ПЭГ и сухого ПЭГ за истекший период времени;
- визуальный контроль за процессом пропитки.

Процесс пропитки археологических предметов считается завершенным в случае соответствия реального расхода консолиданта запланированной для данного участка величине.

При завершении пропитки древесины в журнал вносятся сведения о состоянии древесины на момент начала сушки, а также данные по визуальному контролю за процессом сушки и дополнительно проводимым мероприятиям.

Последовательность проведения технологических операций

1. Очистить древесину от поверхностных загрязнений с помощью струи воды, мягких щеток, х/б ветоши. После мокрой очистки предметов избыток влаги с поверхности древесины необходимо удалить с помощью сухой х/б ветоши и накрыть пористым синтетическим материалом. В процессе пропитки древесины не исключена вероятность загрязнения поверхности предметов, поэтому помещение, в котором ведутся консервационные работы, должно содержаться в чистоте.

2. Первую обработку поверхности древесины провести 21% раствором ПЭГ-1500 с борной кислотой, последующие — растворами ПЭГ-1500 20% и более высоких концентраций. При дальнейших пропитках борная кислота в количестве 1%

вводится в раствор ПЭГ только в случае появления очагов биоповреждения древесины. Перед обработкой предметов консолидантом с борной кислотой необходимо проблемные участки очистить с помощью х/б ветоши, смоченной 3% раствором борной кислоты.

3. Обработку растворами поверхности горбылей необходимо проводить до насыщения с помощью кистей, флейцев или распылителя (при значительных площадях обработки эффективнее использовать распылитель). Обработку проводят несколько раз в течение рабочего дня с фиксацией количества израсходованного раствора. В процессе пропитки древесины трещины заполняются раствором ПЭГ с помощью шприца. Температура рабочего раствора должна быть выше 20°C. В том случае, если температура в рабочем помещении ниже вышеуказанной, растворы подогревают до 35 – 50°C. Более тщательно необходимо обрабатывать наиболее рыхлые участки древесины и поверхность торцов горбыля (проникающая способность растворов вдоль волокон древесины примерно в 2 раза выше, чем поперек, наименьшая проникающая способность — в тангенциальном направлении). После каждой пропитки обработанные участки необходимо накрывать пористым материалом или несколькими слоями плотной бумаги (с целью уменьшения испарения растворителя с поверхности предмета и более глубокого проникновения консолиданта вглубь древесины).

4. Обработку предметов раствором ПЭГ-1500 необходимо в первые несколько суток проводить ежедневно, затем, по мере насыщения древесины интервалы между обработками можно увеличить до 2 – 3 суток. Все данные по ежедневному расходу и суммарному расходу на данный момент времени заносятся в журнал.

5. После введения в предметы консолиданта порядка 10% от его запланированного расхода необходимо увеличить концентрацию рабочего раствора до 30% или до 40% в зависимости от впитывающей способности древесины.

6. При расходе консолиданта примерно $\frac{1}{3}$ от запланированного количества необходимо горбыли, которые обрабатывались со стороны плоской их поверхности, перевернуть и продолжать пропитку по выпуклой до запланированного расхода. Горбыли, которые изначально обрабатывались только по выпуклой поверхности, после использования примерно $\frac{2}{3}$ раствора ПЭГ-1500 необходимо перевернуть на плоскую сторону и продолжать пропитку. Более технологично пропитку древесины начинать с обработки плоской поверхности горбыля. При расходе примерно $\frac{1}{3}$ от запланированного количества консолиданта необходимо перевернуть предметы и завершить пропитку по выпуклой поверхности. В связи с тем, что работы по консервации древесины начались сразу после перенесения в рабочие помещения (до исследований состояния древесины и расчетов оптимального количества ПЭГ-1500 на каждую сторону горбыля) обработку консолидантом необходимо продолжить по схеме, изложенной в данном пункте.

7. При появлении в процессе пропитки на некоторых участках древесины пленки ПЭГ (сильное почернение, блеск), что неизбежно при высоких концентрациях консолиданта, для лучшего его проникновения вглубь древесины эти участки через пленку (фторопластовую или ПЭТФ) необходимо прогреть с помощью горячего фена или мешочка с горячим песком. При последующих пропитках таких участков использовать только подогретые растворы консолиданта. В случае появления блеска после повторной обработки растворами консолиданта данных участков дальнейшую их пропитку следует прекратить.

8. Контроль за эффективностью проводимых работ осуществляют по распределению ПЭГ по глубине пропитки и физическим свойствам укрепленных слоев древесины (избирательно отбирают пробы буравом с разных участков). В случае получения неудовлетворительных результатов по укреплению конкретных участков древесины проводится комплекс технологических мероприятий по их устранению (корректировка концентраций растворов, температурного режима и др.)

9. Процесс пропитки древесины считается завершенным, если для участка с серией предметов расход консолиданта соответствует ранее запланированному и получены удовлетворительные экспериментальные данные укрепления древесины по глубине массива. Однако следует отметить, что в связи с большим объемом археологических находок и исследованием незначительной их части, не исключено, что расход консолиданта будет несколько иным. Реставратор в процессе проведения консервационных работ самостоятельно должен оценивать степень насыщения древесины и принимать решение, насколько необходимо продолжать ее пропитку.

10. Перед началом сушки предметов проводят их визуальный осмотр. Поверхность пропитанных консолиданта предметов должна быть матовой и иметь цвет мокрой древесины. В том случае, если на поверхности древесины фрагментарно сохранились чернота и блеск (избыток ПЭГ), для их устранения используют влажные компрессы из х/б ткани с последующим прогревом данного участка через пленку. Эффективный метод удаления избытков ПЭГ с поверхности древесины — это наложение компресса из х/б ветоши, смоченной в этиловом спирте.

11. Сушка предметов — не менее ответственная операция, чем пропитка консолиданта. Сушку древесины осуществляют в том же помещении, что и пропитку. Для создания мягких условий сушки предметы накрывают укрывным материалом или несколькими слоями плотной бумаги. Контроль за сушкой необходимо осуществлять регулярно. В случае появления на поверхности древесины участков плесени их удаляют с помощью х/б ветоши, смоченной 3% раствором борной кислоты, после чего проблемный участок обрабатывают этим же раствором. Очищенные от плесени участки накрывают плотной бумагой. Использованная ветошь должна быть удалена из помещения и утилизирована. В случае появления в древесине трещин, их заполняют концентрированными растворами ПЭГ-1500 с помощью шприца. Если трещины не затягиваются после введения консолиданта, их мастикуют. В лаборатории химико-технологических исследований ГОСНИИР для восполнения утрат, мастиковки трещин, швов и других дефектов древесины, укрепленной растворами ПЭГ-1500, разработаны низкоусадочные наполненные системы (композиционные материалы — КМ). В качестве связующего используется модифицированный метилцеллюлозой ПЭГ-1500, в качестве наполнителя — древесная мука марки 180 с минеральными добавками (стекломикросферы, глина). Разработанный КМ имеет физические характеристики (плотность, гигроскопичность и др.), близкие к характеристикам древесины, укрепленной ПЭГ-1500, и при необходимости может быть удален горячей водой или спиртом³. Для устранения расщеплений, расслаиваний и деформаций древесины используют стягивающие ремни, эластичные бинты, грузы, струбцины и другие приспособления.

Процесс сушки предметов считается завершенным, если древесина приобрела естественный цвет, сохранена форма предметов и усадочные процессы прекращены (влажность древесины соответствует равновесной и не образуются трещины).

12. В случае обнаружения после консервации древесины загрязнений поверхности предметов необходимо провести следующий комплекс мероприятий:

- с помощью пылесоса провести сухую очистку;
- провести мокрую очистку поверхности, что необходимо осуществлять небольшими участками. В качестве моющих средств использовать 0,5 – 1% водные растворы ПЭГ-1500 с добавлением 0,5% борной кислоты. При использовании низкоконцентрированных растворов полиэтиленгликоля для очистки древесины, укрепленной ПЭГ-1500, решаются 2 задачи: удаление загрязнений, так как полиэтиленгликоли имеют низкое поверхностное натяжение и относятся к ПАВ, и одновременно частичная компенсация ПЭГ, который удаляется вместе с грязью. Очистку проводить с помощью мягкой х/б ветоши, смоченной моющим средством. В том случае, когда поверхность древесины имеет достаточно высокую прочность, допускается применение синтетических щеток. При мокрой очистке рыхловатых поверхностей необходимо использовать подогретые 1 – 2% растворы ПЭГ-1500. Раствор моющего средства и ветошь необходимо заменять по мере их загрязнения. Учитывая большие площади очищаемой поверхности и, соответственно, большой расход моющего средства, с целью его экономии ветошь и щетки необходимо перед очередным использованием тщательно прополоскать в воде. На заключительном этапе мокрой очистки поверхность древесины необходимо промокнуть чистой сухой х/б ветошью и накрыть пористой синтетической тканью для медленной сушки и защиты от последующих загрязнений.

Оценка результатов консервации археологических предметов осуществляется визуально, а также по твердости укрепленной поверхности и степени укрепления древесины по глубине пропитки.

Все работы по консервации предметов должны проводиться в спецодежде, в сменной обуви (или одноразовых бахилах), при обработке древесины из распылителя — в защитных очках и маске.

В процессе проведения консервационно-реставрационных работ допускается корректировка технологических операций, изложенных в данных рекомендациях.

Работа по консервации археологических предметов должна выполняться под руководством химика-технолога.

Примечания

1. *Гордюшина В. И.* Методический подход к консервации археологических предметов из дерева // Новгород и Новгородская земля. Искусство и реставрация. Материалы VII научно-практич. конф. Великий Новгород, 27 – 29 сентября 2016 г. Великий Новгород: [Б. и.], 2017. Вып. 7. С. 216 – 237; *Гордюшина В. И., Малачевская Е. Л.* Сравнительные исследования скорости насыщения археологической древесины консолидантами ПЭГ 1500 и Trehalose // Археология евразийских степей. 2023. №4. С. 149 – 159; *Лазарева О. А., Гордюшина В. И.* Консервация деревянных археологических предметов, найденных при раскопках в Смоленской области, в Гнездовском археологическом комплексе // Новгород и Новгородская земля. Искусство

и реставрация. 2017. Вып. 7. С. 237 –244; Разработка обобщенной технологической концепции консервации крупногабаритных археологических предметов из дерева: Отчет о НИР (заключ.) / ФБГНИУ «ГОСНИИР»: рук. Гордюшина В. И; исполн.: Иванова А. И., Буренкова Л. Н. М., 2022. 84 с. Библиогр.: с. 79 – 84.

2. Гордюшина В. И. и др. Консервация ладьи XVII в., проводимая в рамках реализации проекта по созданию экспозиции старинных судов, эксплуатировавшихся на Мариинской водной системе и водно-волоковом пути «из варяг в греки» / В. И. Гордюшина, И. Н. Черненко, В. А. Терехова, И. Г. Сандюк // Музейныя здабыткі: Материалы II Международ. научно-практич. конф., Брест, 12 – 13 ноября 2020 года / [редкол.: А. В. Митюков и др.]. Брест : Брестская тип., 2020. С. 247 – 255.

3. Гордюшина В. И. и др. Разработка композиционных материалов для крупногабаритных деревянных конструкций из раскопа «Татарская слободка» Острова-града Свияжск / В. И. Гордюшина, Л. Н. Буренкова, Р. Х. Храмченкова, А. Г. Ситди-ков, Б. И. Мускеев // Исследования в консервации культурного наследия. Материа-лы международ. научно-методич. конф., ГОСНИИР, 24 – 26 октября 2017 г. Вып. 5. М. : ООО «Принт», 2019. С. 41 – 50.

1. Gordyushina V. I. Metodicheskiy podxod k konservacii arxeologicheskix predmetov iz dereva // Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Iskusstvo i restavraciya. Materialy` VII nauchno-praktich. konf. Velikij Novgorod, 27 – 29 sentyabrya 2016 g. Velikij Novgorod: [B. i.], 2017. Vy`p. 7. S. 216 – 237; Gordyushina V. I, Malachevskaya E. L. Sravnitel`ny`e issle- dovaniya skorosti nasy`shheniya arxeologicheskoy drevesiny` konsolidantami PE`G 1500 i Trehalose // Arxeologiya evrazijskix stepej. 2023. №4. S. 149 – 159; Lazareva O. A., Gordy- ushina V. I. Konservaciya derevyanny`x arxeologicheskix predmetov, najdenny`x pri ras- kopkax v Smolenskoj oblasti, v Gnezdovskom arxeologicheskom komplekse. Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Iskusstvo i restavraciya. Vy`p. 7. S. 237 –244; Razrabotka obob- shhennoj texnologicheskoy koncepcii konservacii krupnogabaritny`x arxeologicheskix predmetov iz dereva: Otchet o NIR (zaklyuch.) / FBGNIU «GOSNIIR»: ruk. Gordyushina V. I; ispoln.: Ivanova A. I., Burenkova L. N. M., 2022. 84 s. Bibliogr.: s. 79 –84.

2. Gordyushina V. I. i dr. Konservaciya lad'i XVII v., provodimaya v ramkax realizacii proekta po sozdaniyu e`kspozicii starinny`x sudov, e`kspluatirovavshixsya na Mari- inskoj vodnoj sisteme i vodno-volokovom puti «iz varyag v greki» / V. I. Gordyushina, I. N. Chernenko, V. A. Terexova, I. G. Sandyuk // Muzejny`ya zdaby`tki: Materialy` II Mezh- dunarod. nauchno-praktich. konf., Brest, 12 – 13 noyabrya 2020 goda / [redkol.: A. V. Mi- tyukov i dr.]. Brest : Brestskaya tip., 2020. S. 247 – 255.

3. Gordyushina V. I. i dr. Razrabotka kompozicionny`x materialov dlya krupnogabarit- ny`x derevyanny`x konstrukcij iz raskopa «Tatarskaya slobodka» Ostrova-града Sviyazhsk / V. I. Gordyushina, L. N. Burenkova, R. X. Xramchenkova, A. G. Sitdikov, B. I. Muskeev // Issledovaniya v konservacii kul`turnogo naslediya. Materialy` mezhdunarod. nauch- no-metodich. konf., GOSNIIR, 24 – 26 oktyabrya 2017 g. Vy`p. 5. M. : ООО «Принт», 2019. S. 41 – 50.

Сведения об авторах

Гордюшина Валентина Ивановна — ФГБНИУ «ГОСНИИР», старший научный сотрудник лаборатории химико-технологических исследований
Российская Федерация, 107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
E-mail: vgoridiushina@mail.ru

Синченко Анна Дмитриевна — ФГБНИУ «ГОСНИИР», лаборант-исследователь лаборатории химико-технологических исследований
Российская Федерация, 107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
E-mail: kinovari.as@gmail.com

Торопов Сергей Евгеньевич — Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, директор Центра археологических исследований
Российская Федерация, 173000, Великий Новгород, ул. Ильина, д. 26
E-mail: Sergey.Toropov@novsu.ru

Рудаков Владимир Михайлович — ИА РАН, специалист лаборатории естественнонаучных методов
Российская Федерация, 117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 2
E-mail: rudakov_ian@mail.ru

Gordyushina Valentina I. — The State Research Institute for Restoration, senior researcher of the Laboratory of Chemical and Technological Research
44-1, Gastello St., Moscow, 107014, Russian Federation
E-mail: vgoridiushina@mail.ru

Sinchenko Anna D. — The State Research Institute for Restoration, laboratory assistant researcher of the Laboratory of Chemical and Technological Research
44-1, Gastello St., Moscow, 107014, Russian Federation
E-mail: kinovari.as@gmail.com

Toropov Sergey E. — Yaroslav - the - Wise Novgorod State University, Director of the Center for Archaeological Research
26, Ilyina St., Veliky Novgorod, 173000, Russian Federation
E-mail: Sergey.Toropov@novsu.ru

Rudakov Vladimir M. — IA RAS, specialist of the Laboratory of Natural Science Methods
14-2, Krzhizhanovsky St., Moscow, 117218, Russian Federation
E-mail: rudakov_ian@mail.ru

П. Н. Котельников, С.В. Кураков, В. Б. Самойлов

СРАВНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ СПОСОБОВ 3D-ПЕЧАТИ ПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ В РЕСТАВРАЦИИ УТРАТ ПРЕДМЕТОВ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ТИПА

Современная химическая промышленность предлагает большой выбор композиционных полимерных материалов для аддитивных технологий 3D-печати. Появляются новые структурные решения и новые химические формулы для пластиков (пластмасс). К последним относится современная группа материалов для получения прозрачных моделей при 3D-печати. В статье приводится сравнение двух способов аддитивных технологий применительно к реставрации утрат музейных предметов (политехнического типа), когда была полностью восстановлена функциональность старинного механизма, при этом сохранен принцип обратимости в реставрации. Авторы выделяют основные критерии, влияющие на качество и точность получаемых аддитивных изделий, и рассматривают вопросы выбора оптимальных режимов формообразования методами 3D-печати и пост-аддитивной обработки (шлифование, полирование, лакокрасочное покрытие). В последнее время растет интерес музейных работников, искусствоведов и культурологов к изучению возможностей, которые предлагают новые технологии применительно к музейному пространству и экспозиционным решениям. Несомненно, способы создания прозрачных изделий и моделей позволят посетителям и музейным специалистам по-новому взглянуть на экспонат и / или его части, например, получить точное представление об утраченной форме музейного предмета. В статье авторы выделяют перспективные направления использования продукции аддитивных технологий в музейном пространстве в виде наглядных моделей, арт-объектов, копий, дубликатов и др. Работа по восстановлению утрат музейных экспонатов политехнического типа потребовала высокого междисциплинарного взаимодействия между различными специалистами как технической, так и гуманитарной сфер науки, образования и культуры, и авторы полагают, что опыт, представленный в этой статье, будет интересен широкому кругу читателей. Предлагаемый материал публикуется впервые.

Ключевые слова: аддитивные технологии в реставрации, 3D-печать, музейные экспонаты политехнического типа, фотополимерный пластик, прозрачность, параметры светопрозрачности, освещенность.

P. N. Kotelnikov, S. V. Kurakov, V. B. Samoilov

COMPARISON OF ADDITIVE METHODS FOR 3D PRINTING TRANSPARENT POLYMERS IN THE RESTORATION OF POLYTECHNIC TYPE OBJECTS

The modern chemical industry offers a large selection of composite polymer materials for additive 3D printing technologies. New structural solutions and new chemical formulas for plastics are emerging. This type includes a modern group of materials for producing transparent models in 3D printing. The article provides a comparison of two methods of additive technologies in relation to the restoration of losses of museum objects (polytechnic type), when the functionality of the ancient mechanism was completely restored, while maintaining the principle of reversibility in restoration. The authors highlight the main criteria that influence the quality and accuracy of the resulting additive products and consider the issues of choosing optimal shaping modes using 3D printing and post-additive processing (grinding, polishing, paint coating). In recent years, there has been a growing interest among museum staff, art historians and cultural experts in exploring the possibilities offered by new technologies in relation to museum space and exhibition solutions. Undoubtedly, methods of creating transparent products and models will allow visitors and museum specialists to take a fresh look at the exhibit and / or its parts, for example, to obtain an accurate idea of the lost form of a museum object. In the article, the authors highlight promising areas for using additive technology products in the museum space in the form of visual models, art objects, copies, duplicates, etc. The work of restoring the loss of polytechnic museum exhibits required high interdisciplinary interaction between various specialists, both technical and humanitarian

fields of science, education and culture, and the authors believe that the experience shown in this article will be of interest to a wide range of readers. The proposed material is published for the first time.

Keywords: additive technologies in restoration, 3D printing, polytechnic museum exhibits, photopolymer plastic, transparency, light transmittance parameters, luminosity.

Во вступительной части статьи мы вернемся к реставрации и восстановлению работоспособности политехнического объекта «Модель планетарного механизма с коническими и цилиндрическими зубчатыми колесами» (кат. номер Н-07) из коллекции Музея МГТУ им. Н. Э. Баумана и напомним читателю следующее. По мнению директора ФГБНИУ «ГОСНИИР» Д. Б. Антонова¹, интересно было бы изготовить прозрачную шестерню, взамен утраченной: с одной стороны, механизм обретет свои передаточные функции, а с другой стороны — прозрачный элемент не будет визуально мешать осмотру экспоната посетителями музея, понимающими при этом, какое оригинальное звено отсутствует. В целом, эта достаточно изящная идея в вопросах реставрации предметов политехнического типа навела авторов на мысль поискать подобные решения в сегменте аддитивных технологий и 3D-печати фотополимерных и других прозрачных пластмасс. В конечном итоге наша совместная работа позволила выбрать оптимальные режимы формообразования прозрачных изделий и сравнить полученные результаты.

Сложность изготовления зубчатой шестерни модели механизма "Doppelaxendrehung"² современными способами механической обработки заключается в отсутствии подходящего инструмента и оборудования — строгальные станки с делительной машиной³ для обработки зубьев уже давно стали техническим анахронизмом и представлены разве что в музеях науки и техники. Поэтому применение аддитивных технологий на сегодняшний день предоставляет реставратору политехнических предметов возможность наиболее точно и последовательно воссоздать утраченный элемент, опираясь на научные исследования и расчеты. Так, при создании цифровой САД-модели зубчатой шестерни использовалось сочинение немецкого инженера Е. Ф. Шолля «Практическое наставление для обращения с паровыми машинами»⁴, существенно переработанное и дополненное переводчиком — Адольфом Андреевичем Розенкампом, вторым директором Ремесленного учебного заведения (МРУЗ) при Императорском Московском Воспитательном Доме (ил. 1). Фактически мы обратились к первому изданному в России (1852) техническому справочнику по паровым машинам, агрегатам и их узлам.

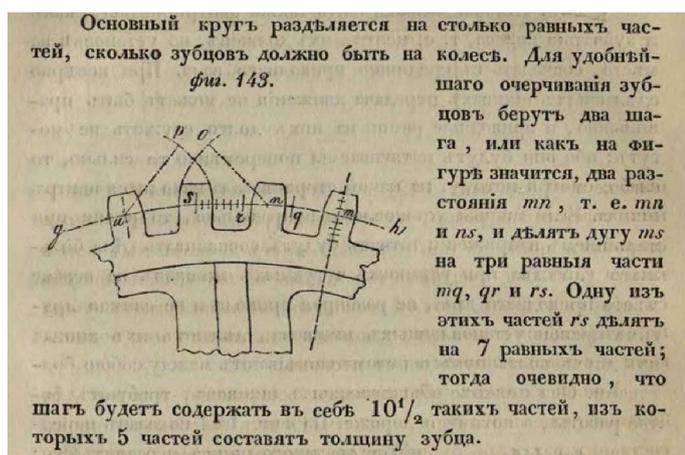
При наличии цифровой модели утраченного элемента мы остановили свой выбор на двух доступных технологиях 3D-печати: FDM (fused deposition modeling — технология послойного наплавления) и LCD (фотополимеризация с помощью ЖК-экрана), использованных нами ранее⁵. Остановимся на основных особенностях этих аддитивных процессов, материалах, режимах получения прозрачного изделия и постобработке аддитивной продукции.

Так как под термином «прозрачность» изделия мы понимаем способность предмета пропускать свет через материал без заметного рассеяния света, то в этом случае нам придется рассмотреть вопросы формирования однородной внутренней структуры аддитивного отпечатка, создания наружной поверхности детали

с заданными параметрами поверхностного слоя, применения пластика с определенными физико-механическими и оптическими свойствами. Формирование сплошного внутреннего объема будет связано с параметрами, как собственно, отдельных линий и слоев затвердевшего пластика, так и во взаимном расположении их по отношению друг к другу.



а)



б)

Ил. 1.

Фрагменты расчетов периодического профиля зубчатых колес середины XIX века: а) передачи с мелким зубом; б) составные нагруженные зацепления. Чертежи выполнены в рельефе по дереву воспитанниками МРУЗ для типографии Московского университета (примечание А. А. Розенкампа).
Архив музея МГТУ им. Н. Э. Баумана

Для FDM-технологии послойного наплавления был выбран прозрачный пластик PETG — производный от пластика PET (ПЭТ — полиэтилентерефталат), его сополимер. Эти пластики в настоящее время используются практически повсеместно, начиная тарой для химических веществ и заканчивая бутылками с водой и детскими игрушками. О безопасности использования ПЭТ-пластиков говорит тот факт, они совместимы с пищевыми продуктами и могут без проблем контактировать с ними.

ПЭТ является универсальным материалом. Но у него есть недостатки. Он является хорошей базой для производства синтетических волокон. Но он не будет работать там, где требуются термопласты. Это процессы экструзии и литья под давлением. Вот тут-то и используется модифицированный гликоль, то есть PETG. Этот пластик стал бюджетным решением для 3D-печати, так как этот материал сумел соединить в себе положительные характеристики других полимеров — ABS (сополимер акрилонитрил-бутадиен-стирола) и PLA (биополимер полилактид), применяемых в 3D-печати. PETG имеет достаточную прочность, высокую пластичность и гибкость, относительно низкий коэффициент усадки⁶, хорошие адгезионные свойства, малую вероятность расслаивания и деформации в ходе печати, отсутствие неприятного запаха во время процесса послойного наплавления. Пластик прекрасно противостоит различному воздействию со стороны окружающей среды. Материал характеризуется стойкостью к растворителям, ветру, дождю, ультрафиолету.

Как достигается прозрачность материала? Многие ошибочно считают, что в гомополимер ПЭТ с основой из терефталевой кислоты просто добавляется гликоль, но это не так, ведь гликоль (синоним «диола») уже является частью реакции полимеризации самого ПЭТ. На самом деле модификация заключается в том, что в цепи

полимера часть этиленгликоля заменяют на другой мономер. В результате получается сополимер, отличающийся по своим характеристикам от гомополимера. PETG подразумевает сомономером другой диол — это циклокесандиметанол (CHDM). От добавления молекулы CHDM в остатках терефталевой кислоты увеличиваются промежутки. Это в свою очередь приводит к тому, что совместное прилегание соседних цепей полимера затрудняется. Вот именно так и получается прозрачный пластик, который характеризуется низкой температурой плавления в сравнении с ПЭТ. Новый модифицированный пластик PETG можно подвергать формовке, пресовке и он стал хорошим бюджетным решением для 3D-печати.

Применение FDM-способа послойного наплавления пластика для формирования заданного объема аддитивной детали (отпечатка) подразумевает использование механизмов для процесса плавления пластика, его выдавливания с определенным объемным расходом и движений по нескольким координатам с определенной точностью и скоростью. Печать прозрачных объектов методом FDM в основном зависит от трех ключевых факторов: экструзии достаточного количества материала, передачи достаточного количества тепла (энергии) в новый материал и высоты слоя⁷. Эти показатели мы принимаем за базовый режим FDM-печати, выделяя основные уровни и интервал варьирования.

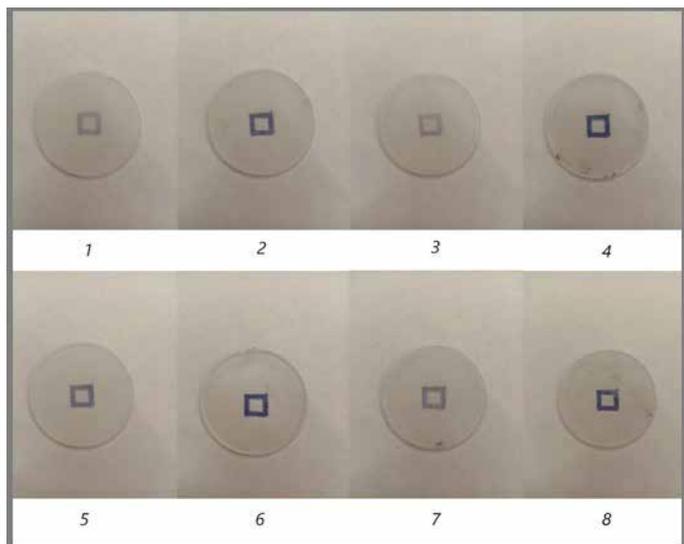
Слишком горячая печать (высокая температура наплавления) приводит к появлению крошечных пузырьков внутри отпечатка, а также может привести к тому, что деталь станет немного желтоватой, мутной. Увеличивается вероятность нарушения геометрии объекта вследствие повышения усадки пластика. При слишком холодной печати края линий, формирующих слой, не соединяются должным образом и отображаются в виде белых полос⁸. За основной уровень температуры печати принимаем $t = +250^{\circ}\text{C}$, интервал варьирования $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Слишком большая экструзия материала может повлечь за собой неточность размеров и далее выпуклости на поверхности отпечатка, что нежелательно, ведь последующая возможная доработка геометрии детали механическими методами может привести к потере прозрачности. Базовый уровень экструзии печати выбираем $\varepsilon = 105\%$, интервал варьирования $\pm 5\%$.

Высота слоя h напрямую связана с количеством слоев в детали, а значит нахождения пустых пространств между ними вследствие ошибок работы 3D-принтера. От показателя h зависит скорость печати, качество поверхности и геометрические характеристики точности аддитивной детали. За основной уровень высоты слоя $h = 0,15$ мм, интервал варьирования $\pm 0,05$ мм.

Для получения математической модели процесса согласно композиционному плану первого порядка было напечатано восемь (3^2-1) образцов в виде дисков радиусом 20 мм и толщиной 2 мм (ил. 2а). Каждый образец имел отклонения от основных уровней режима печати в пределах интервала варьирования, кроме последнего образца с нормальными показателями ($t = +250^{\circ}\text{C}$; $\varepsilon = 105\%$; $h = 0,15$ мм). Для испытаний на прозрачность к диску вплотную прислонялся источник света с силой светового потока 10 000 Лм и на расстоянии 50 мм выполнялись измерения его уменьшения. Максимальное значение пропускания светового потока оказалось у образца №6 со значениями режима ($t = +250^{\circ}\text{C}$; $\varepsilon = 105\%$; $h = 0,10$ мм). Была составлена математическая модель зависимости прозрачности отпечатка от параметров режимов печати, проведена оценка адекватности и воспроизводимости процесса. Итогом

стала печать зубчатого колеса (ил. 2б) с максимальным показателем прозрачности для данного аддитивного способа и PETG-пластика.



а)



б)

Ил. 2.

Аддитивные изделия из PETG-пластика, полученные при помощи FDM-печати: а) тестовые образцы с различными показателями режима наплавления; б) напечатанная зубчатая шестерня с максимальным уровнем прозрачности. Фото авторов

Вторым способом 3D-печати была выбрана аддитивная технология фотополимеризации LCD (Liquid-Crystal Display — с помощью ЖК-экрана). В фотополимерных принтерах этого типа используются жидкокристаллические панели со светодиодной подсветкой для отверждения смолы аналогично оборудованию на базе технологии DLP (Digital Light Processing — цифровая обработка света, где при помощи проектора формируется поток излучения для полимеризации слоя жидкого пластика). Как и в случае с DLP, LCD-печать заключается в одновременной засветке целых слоев для отверждения фотополимера, но без применения тысячи мельчайших зеркал, называемых цифровыми микрзеркальными устройствами (digital micromirror devices, DMD), направляющими световую проекцию. Вместо этого мощные жидкокристаллические панели излучают на модель свет с помощью светодиодов. ЖК-панель блокирует засветку в тех областях, которые не подлежат фотополимеризации. Жидкокристаллический экран пропускает свет только через участки, подлежащие отверждению, на готовую деталь, упрощая процесс и устраняя необходимость в каких-либо зеркалах или гальванометрах.

Фотополимерная 3D-печать известна как один из самых точных аддитивных процессов, и даже бюджетные LCD-принтеры способны создавать сложные геометрические формы, с которыми технологии типа FDM не могут сравниться, прежде

всего из-за значения минимальной толщины слоя — от 0,01 мм при фотополимеризации против 0,05 – 0,40 мм у способов послойного наплавления.

При выборе материала следует знать, что некоторые фотополимерные составы подходят одновременно и для DLP-, и для LCD-принтеров. Но так происходит не всегда. Одни производители оборудования обеспечивают открытую систему материалов (т. е. использование любых сторонних фотополимеров), а другие ограничивают их использование своими фирменными материалами.

Мы выбрали прозрачный пластик новой серии eResin-PLA (Polylactic Acid — полимолочная кислота) на основе растительного сырья. Производитель относит смолу для фотополимерной печати eResin-PLA к флагманам среди фотополимерных смол на био-основе.

К достоинствам пластиков eResin-PLA нужно отнести высокую прочность и твердость; устойчивость к царапинам, хорошую влагостойкость; безопасность (благодаря растительной основе eResin-PLA отлично подходит для быстрого прототипирования посуды, игрушек, инструментов), универсальность применения, плавную печать благодаря высокой стабильности и надлежащей твердости материала.

Пластик eResin-PLA был разработан для повышения скорости фотополимерной печати, сокращения времени отверждения и максимально возможного повышения эффективности печати на LCD-принтерах.

Печать прозрачных объектов методами фотополимеризации в целом зависит от двух факторов: высоты слоя (h) и угла наклона (θ) аддитивного образца. Эти показатели мы принимаем за базовый режим LCD-печати, выделяя основные уровни и интервал варьирования.

Для создания математической модели использовался полный факторный план 3×3 , который включал все возможные комбинации основных уровней ($h = 10 \text{ мкм}/55 \text{ мкм}/100 \text{ мкм}$ и $\theta = 0^\circ/45^\circ/90^\circ$), что составляет 9 экспериментальных точек. Были напечатаны образцы — диски диаметром 40 мм и толщиной 2 мм, которые, в отличие от FDM-образцов, были отполированы и покрыты слоем высокоглянцевого акрилового лака "Vorma" (ил. 3).

В результате замеров параметров освещенности и яркости был выбран лучший режим LCD-печати, с $h = 55 \text{ мкм}$ и $\theta = 0^\circ$, который применили для изготовления деталей шестерни (ил. 4).

Рассматривая вопросы постаддитивной обработки напечатанных деталей FDM- и LCD-способами, следует отметить низкую способность PETG-пластиков к механической шлифовке и полировке в отличие от прозрачного пластика eResin-PLA, который в обработке ведет себя как органическое стекло (оргстекло), или полиметилметакрилат (ПММА) — акриловая смола, синтетический термопластичный виниловый полимер. Образцы из PETG-пластика при шлифовке могут расслаиваться, ворситься, они подвержены внезапному разрушению, натяжению, короблению, как и любые другие материалы на основе текстиля, легко загрязняются абразивными продуктами и теряют эстетический вид.

Добиться гладкой полированной поверхности у детали после FDM-печати PETG-пластика — трудная, довольно непростая задача. Вместо механической обработки рекомендуется использовать ряд растворителей, таких как метилэтилкетон,

толуол или циклогексанон, но оптимальным вариантом в плане сочетания эффективности, доступности и безопасности является дихлорметан. Необходимо иметь в виду, что, хотя дихлорметан не так опасен, как некоторые альтернативные растворители, это все равно летучая и довольно токсичная жидкость, к тому же считающаяся канцерогеном, а потому при работе с дихлорметаном необходимо соблюдать строгую технику безопасности — хорошо проветривать помещение и использовать защитную одежду и очки. Наличие вытяжки — безусловный плюс. Лучше всего дихлорметан наносится кистью, так как окунание детали в растворитель может привести к чрезмерной потере детализации. Большое количество растворителя, длительное время воздействия реагента оказывает негативное влияние — поверхность становится матовой, «молочной», зернистой, в ряде случаев пластик сильно желтеет и, как следствие, теряется прозрачность, ухудшается светопропускание образца.



a)



b)

Ил. 3.

Аддитивные изделия из пластика eResin-PLA, полученные при помощи LCD-печати: а) тестовые образцы с различными показателями режима фотополимеризации; б) образцы после полировки и покрытия высокоглянцевым лаком "Borma". Фото авторов



Ил. 4.

Аддитивные детали шестерни, фланцевой шайбы и цилиндрической шпонки из прозрачного пластика eResin-PLA без шлифовки и полировки, напечатанные при помощи LCD-принтера. Фото авторов

Детали из PETG-пластика можно сглаживать оплавлением. Для этого поверхность изделия необходимо нагреть горячим воздухом, используя паяльный / строительный фен. Температура горячего воздуха должна приблизительно равняться температуре плавления полимера, то есть порядка 250°C . Необходимо расплавить (подплавить) поверхностный слой, при этом избегая чрезмерного нагревания, что может привести к деформации модели. Тепловая обработка не подходит для высокодетализированных изделий, так как мелкие детали неизбежно потеряют форму. Обрабатывать поверхность следует плавными движениями фена из стороны в сторону, периодически вращая модель и стараясь сохранять одну и ту же дистанцию, — это поможет добиться более стабильных, равномерных результатов.

Поверхность деталей из PETG-пластика в целом плохо обрабатывается лакокрасочными покрытиями. На механические детали (как в нашем случае) покрытия наносить не стоит, так как они все равно, скорее всего, разрушатся под нагрузкой. Лакировать или красить PETG-пластик стоит только после деликатного шлифования, так как полученная шероховатость помогает удерживать покрытия на месте. Перед лакированием или покраской поверхность настоятельно рекомендуется загрунтовать.

В отличие от PETG-пластика изделия из PLA после фотополимерной печати хорошо шлифуются и полируются. Важно помнить, что полилактид весьма легкоплавок. Температура размягчения PLA составляет всего 50°C , а трение при шлифовании вырабатывает тепло, так что при шлифовании поверхность модели можно перегреть, и тогда она «поплывет». Это может случиться даже при ручном шлифовании, поэтому рекомендуется смачивать абразив от начала до конца обработки, чтобы предотвратить повреждение детали от трения и нагрева и сохранить наждачную бумагу в чистоте. Начальная зернистость абразива зависит от высоты слоя и качества LCD-печати. Для детали с высотой слоя от 0,2 мм и менее можно начинать шлифование с зернистости абразива 450 – 500 грид, постепенно и последовательно заменяя шлифовальную бумагу на более тонкую 600/800/1000/1200/1500/2000/2500 грид. Финишная обработка PLA-пластика проводилась с мелкодисперсной полировальной пастой при частоте вращения войлочного круга не более 100 – 150 об/мин.

После механической обработки и очистки поверхности образцы и деталь были покрыты лаком на акриловой основе "Borma" с глянцевым уровнем блеска 90. Покрытие улучшает качество поверхности PLA-пластика, заполняет микронеровности, оставшиеся после механической обработки, оно устойчиво к световому и атмосферному воздействию. Однако надо помнить, что светопрозрачность при любом покрытии немного снижается, так как даже высококачественный лак не имеет 100%-ную прозрачность.

В результате постаддитивной обработки деталей, напечатанных FDM- и LCD-способами печати, и их сборки мы получили две прозрачные шестерни с одинаковыми размерами (ил. 5).



Ил. 5. Прозрачные шестерни, выполненные FDM- (слева) и LCD- (справа) способами аддитивной 3D-печати из PETG и eResin-PLA пластиков соответственно. Фото авторов

Замеры параметров освещенности и яркости у двух изделий производились прибором «ТКА-ПМ (02)» при базовой освещенности 280 лк и яркости 150кд/м² на горизонтальной плоскости нормирования 80 см от пола (Г-0,8). Результаты измерений (табл. 1) показали, что бюджетный вариант FDM-печати из недорогого PETG-пластика (около 1800 руб/кг) немного превосходит по показателям прозрачности более дорогой PLA-образец (около 3800 руб/кг), напечатанный LCD-способом фотополимерной печати.

Таблица 1. Результаты измерения параметров прозрачности двух деталей, напечатанных FDM- и LCD- способами.

№ п/п	Наименование показателя прозрачности	PETG – пластик (FDM)	eResin-PLA (LCD)
1	Освещенность, лк ($\delta = \pm 8 \%$) ⁹	130	95
2	Коэффициент пропускания	0,46	0,34
3	Яркость, кд/м ² ($\delta = \pm 10 \%$)	60	52
4	Коэффициент яркости	0,40	0,35

Основные сравнительные выводы по применению аддитивных технологий в процессе создания прозрачных объектов можно сформулировать следующим образом:

- оба способа печати и выбранные материалы вполне применимы для своих целей и задач по достижению прозрачности, малозаметности, сменяемости и обратимости вновь изготовленного предмета в качестве замены утраченных элементов;
- вместе с тем, прозрачные пластиковые объекты обладают достаточной прочностью и твердостью, чтобы реализовать утраченный функционал в музейных предметах политехнического типа (ил. б);
- реально достижимая на сегодняшний день аддитивными способами прозрачность пластиковых изделий в 40 – 50% от полной проницаемости объекта может быть повышена до 70 – 80% путем применения более дорогостоящих материалов и способов 3D-печати;
- современные пластики безопасны, инертны, биоразлагаемы, имеют достаточную защиту от ультрафиолетового воздействия солнечного света, перепадов температуры и влажности;
- достигнутые результаты достаточно информативно и наглядно показывают перспективу применения прозрачных пластиков в музейном пространстве¹⁰ — для моделирования экспозиционных и выставочных композиций, в качестве тактильных моделей, поддерживающих конструкций, суппортов при инсталляциях и пр.;
- неполная прозрачность объектов объясняется большим количеством слоев предмета при 3D-печати, ошибками и неточностью перемещения исполнительных механизмов и узлов принтера, физическими свойствами пластиков.

Альтернативой аддитивным способам получения прозрачных объектов может являться литьё синтетических акриловых и эпоксидных смол в форму с последующей вакуумизацией, 3D-фрезерование и другие технологические процессы. Однако возможности проектирования, моделирования, сканирования для построения математической модели утраченного фрагмента в единичном, штучном экземпляре делают аддитивные технологии экономически обоснованными и привлекательными, иногда — единственно возможными.

В завершение хотелось бы отметить, что на всех этапах нашей работы привлекались студенты МГТУ им. Н. Э. Баумана различных кафедр и курсов¹¹, — аддитивные технологии 3D-печати достаточно новые и наукоемкие процессы. Можно сказать, что в результате такого сотрудничества и сотворчества¹² возникает высокий синергетический эффект: студенты получают и осваивают новые знания, навыки, возможность последующего трудоустройства по выбранному направлению подготовки, преподаватели и педагогические работники — адекватную независимую оценку и возможность коррекции своего учебного курса, реставраторы — новые современные подходы и адаптированные технологические режимы, которые отвечают жестким нормам и требованиям, применяемым в реставрации.



а)



б)

Ил. 6.

Восстановленное зацепление «Модели планетарного механизма с коническими и цилиндрическими зубчатыми колесами». Музей МГТУ им. Н. Э. Баумана, кат. номер Н-07. Прозрачные шестерни, выполненные FDM- (а) и LCD- (б) способами 3D-печати. Фото авторов

Примечания

1. Базанчук Г. А., Кураков С. В., Котельников П. Н. Применение аддитивных технологий в реставрации предметов политехнического типа с периодическим зубчатым профилем // Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. Международное сетевое рецензируемое научное издание. М. : ГОСНИИП, 2024. №1 (9). С. 14. — EDN LTFBSW.

2. Redtenbacher F.J. Die Bewegungs-Mechanismen // Cornell University Library: [Электронный ресурс]. — URL: <https://hdl.handle.net/1813/58737> (дата обращения: 13.01.2024).

3. Базанчук Г. А. и др. Процесс обучения ремеслам в МРУЗ в середине XIX в. как зарождение и начало формирования «Русского метода подготовки инженеров» / Г. А. Базанчук, Е. Б. Гартиг, С. В. Кураков, П. М. Шкапов // Фундаментальные и прикладные задачи механики: Материалы МНК. В 2-х ч. Москва, 07 – 10 декабря 2021 года / Сост. П. М. Шкапов, М. И. Дьяченко. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Т. 2. С. 201. — EDN ВТАКУУ.

4. Архив Музея МГТУ им. Н. Э. Баумана. Вспомогательные материалы. Фонд ВМ – 987. «Практическое наставление для обращения с паровыми машинами. Ручная книга для зрителей машин, фабрикантов, заводчиков и винокуров.» авт. Шолль. — М. : Унив. тип., 1852. Репринт.

5. *Котельников П. Н., Кураков С. В., Морозов В. В.* Возможности применения аддитивных технологий при восстановлении утраченных элементов в реставрации предметов из металла // *Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. Международное сетевое рецензируемое научное издание.* М. : ГОСНИИР, 2023. №3 (7). С. 38. — EDN MHNYSW.

6. *Самойлов В. Б.* Термоэлектрическая система охлаждения зоны затвердевания при печати на 3D-FDM-принтере // *Ремонт. Восстановление. Модернизация.* 2019. №4. С. 14. — DOI 10.31044/1684-2561-2019-0-13-16. — EDN IPCPRZ.

7. *Дальская Г. Ю., Вега В.* Влияние технологических режимов 3d-печати на физико-механические свойства изделий из PLA и PETG // *Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2023): Сб. докл. Национальной НТК с международ. участием Ин-та перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА.* Москва, 10 –15 апреля 2023 года / Под ред. А. Н. Юрасова. М. : МИРЭА – РТУ, 2023. Т. 1. С. 311. — EDN MEOZON.

8. *Шабалдин А. П.* Изучение и определение пьезооптических свойств PETG-пластика // *Традиции, современные проблемы и перспективы развития строительства: Сб. науч. ст.* Гродно : ГрГУ, 2021. С. 182. — EDN IAEJVE.

9. *Комшин А. С., Обухов И. В., Сырицкий А. Б.* О возможности оценки постоянной составляющей систематической погрешности средств измерений посредством обработки результатов измерений // *Приборы.* 2016. №2 (188). С. 26. — EDN VMGEXX.

10. *Базанчук Г. А., Кураков С. В., Малолетнева И. В.* «Театрум Махинарум, то есть Ясное зрелище махин» как концептуальная модель цифровизации в современном музейном пространстве // *История науки и техники. Музейное дело. (Ре)конструкция научных практик прошлого и настоящего: Материалы XVI Международ. науч.-практич. конф.* Москва, 14 – 15 декабря 2022 года. М. : Политехнич. музей, 2023. С. 422. — EDN BWKTZA.

11. *Самойлов В. Б.* Проектно-ориентированный подход при подготовке студентов кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана // *Инновационные технологии реновации в машиностроении : Сб. тр. Международ. науч.-технич. конф., посвящённой 150-летию ф-та «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана.* Москва, 04 – 05 февраля 2019 года / под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. М. : Московский гос. обл. ун-т, 2019. С. 455 – 456. — EDN ZBJVFB.

12. *Базанчук Г. А., Кураков С. В.* Элементы проблемного обучения с использованием междисциплинарных гуманитарных связей в традиционном курсе технического предмета // *Международное сотрудничество вузов государств – участников Содружества Независимых Государств. Роль технических университетов в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ: сб. науч. ст.* М. : Ассоц. технич. ун-тов, 2021. С. 139. — EDN TNMNVС.

1. *Bazanchuk G. A., Kurakov S. V., Kotel'nikov P. N.* Primenenie additivny`x texnologij v restavracii predmetov politexnicheskogo tipa s periodicheskim zubchaty`m profilem

// Xudozhestvennoe nasledie. Issledovaniya. Restavraciya. Xranenie. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. Mezhdunarodnoe setevoe recenziruemoje nauchnoje izdanie. M. : GOSNIIR, 2024. №1 (9). S. 14. — EDN LTFBSW.

2. *Redtenbacher F.J.* Die Bewegungs-Mechanismen // [E`lektronnyj resurs]: Cornell University Library. — URL: <https://hdl.handle.net/1813/58737> (data obrashheniya: 13.01.2024).

3. *Bazanchuk G. A. i dr.* Process obucheniya remeslam v MRUZ v seredine XIX v. kak zarozhdenie i nachalo formirovaniya «Russkogo metoda podgotovki inzhenerov» / G. A. Bazanchuk, E. B. Gartig, S. V. Kurakov, P. M. Shkapov // Fundamental`ny`e i prikladny`e zadachi mexaniki: Materialy` MNK. V 2-x ch. Moskva, 07 – 10 dekabrya 2021 goda / Sost. P. M. Shkapov, M. I. D`yachenko. M. : MGTU im. N.E`. Baumana, 2021. T. 2. S. 201. — EDN BTAKUU.

4. Arxiv Muzeya MGTU im. N. E`. Baumana. Vspomogatel`ny`e materialy`. Fond VM – 987. «Prakticheskoe nastavlenie dlya obrashheniya s parovy`mi mashinami. Ruchnaya kniga dlya smotritelej mashin, fabrikantov, zavodchikov i vinokurov.» avt. Sholl`. — M. : Univ. tip., 1852. Reprint.

5. *Kotel`nikov P. N., Kurakov S. V., Morozov V. V.* Vozmozhnosti primeneniya additivny`x tehnologij pri vosstanovlenii utrachenny`x e`lementov v restavracii predmetov iz metal-la // Xudozhestvennoe nasledie. Issledovaniya. Restavraciya. Xranenie. Art Heritage. Research. Storage. Conservation. Mezhdunarodnoe setevoe recenziruemoje nauchnoje izdanie. M. : GOSNIIR, 2023. №3 (7). S. 38. — EDN MHNYSW.

6. *Samojlov V. B.* Termoe`lektricheskaya sistema oxlazhdeniya zony` zatverdevaniya pri pechati na 3D-FDM-printere // Remont. Vosstanovlenie. Modernizaciya. 2019. №4. S. 14. — DOI 10.31044/1684-2561-2019-0-13-16. — EDN IPCPRZ.

7. *Dal`skaya G. Yu., Vega V.* Vliyanie texnologicheskix rezhimov 3d-pechati na fiziko-mexanicheskie svojstva izdelij iz PLA i PETG // Perspektivny`e materialy` i tehnologii (PMT-2023): Sb. dokl. Nacional`noj NTK s mezhdunarod. uchastiem In-ta perspektivny`x tehnologij i industrial`nogo programirovaniya RTU MIRE`A. Moskva, 10 –15 aprelya 2023 goda / Pod red. A. N. Yurasova. M. : MIRE`A – RTU, 2023. T. 1. S. 311. — EDN MEOZON.

8. *Shabaldin A. P.* Izuchenie i opredelenie p`ezoopticheskix svojstv PETG-plastika // Tradicii, sovremennye problemy` i perspektivy` razvitiya stroitel`stva : Sb. nauch. st. Grodno : GrGU, 2021. S. 182. — EDN IAEJVE.

9. *Komshin A. S., Obuxov I. V., Sy`riczkij A. B.* O vozmozhnosti ocenki postoyannoj sostavlyayushhej sistematicheskoy pogreshnosti sredstv izmerenij posredstvom obrabotki rezul`tatov izmerenij // Pribory`. 2016. №2 (188). S. 26. — EDN VMGEXX.

10. *Bazanchuk G. A., Kurakov S. V., Maloletneva I. V.* «Teatrum Maxinarum, to est` Yasnoe zrelishe maxin» kak konceptual`naya model` cifrovizacii v sovremennom muzejnom prostranstve // Istoriya nauki i texniki. Muzejnoje delo. (Re)konstrukciya nauchny`x praktik proshlogo i nastoyashhego: Materialy` XVI Mezhdunarod. nauch.-praktich. konf. Moskva, 14 – 15 dekabrya 2022 goda. M. : Politexnich. muzej, 2023. S. 422. — EDN BWKTZA.

11. *Samojlov V. B.* Proektno-orientirovannyj podxod pri podgotovke studentov kafedry` «Texnologii obrabotki materialov» MGTU im. N. E`. Baumana // Innovacionny`e

tehnologii renovacii v mashinostroenii : Sb. tr. Mezhdunarod. nauch.-texnich. konf., posvyashhyonnoj 150-letiyu f-ta «Mashinostroitel'ny'e tehnologii» i kafedry «Tehnologii obrabotki materialov» MGTU im. N. E. Baumana. Moskva, 04 – 05 fevralya 2019 goda / pod obshh. red. V. Yu. Lavrinenko. M. : Moskovskij gos. obl. un-t, 2019. S. 455 – 456. — EDN ZBJVFB.

12. *Bazanchuk G. A., Kurakov S. V. E'lementy` problemnogo obucheniya s ispol'zovaniem mezhdisciplinarny`x gumanitarny`x svyazej v tradicionnom kurse texnicheskogo predmeta // Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo vuzov gosudarstv – uchastnikov Sodruchestva Nezavisimy`x Gosudarstv. Rol` texnicheskix universitetov v formirovanii edinogo nauchno-texnologicheskogo i obrazovatel'nogo prostranstva SNG: sb. nauch. st. M. : Assocz. texnich. un-tov, 2021. S. 139. — EDN TNMNVC.*

Сведения об авторах

Котельников Павел Николаевич — художник-реставратор высшей категории произведений из металла; ФГБНИУ «ГОСНИИР», заведующий отделом научной реставрации произведений из металла
Российская Федерация, 107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
E-mail: 113metal@gmail.com

Кураков Сергей Витальевич — инженер-исследователь; ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», инженер I кат. Музея
Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1
E-mail: kurakov@bmstu.ru

Самойлов Владимир Борисович — к. т. н.; ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», доцент кафедры «Технологии обработки материалов» (МТ-13)
Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1
E-mail: wladsam@mail.ru

Kotelnikov Pavel N. — artist-restorer of the highest category of metal works; The State Research Institute for Restoration, head of the department of scientific restoration of metal works
1-44, Gastello St., Moscow, 107014, Russian Federation
E-mail: 113metal@gmail.com

Kurakov Sergey V. — Researcher engineer; Bauman Moscow State Technical University, Engineer I cat. of Museum
1-5, 2nd Baumanskaya St., Moscow, 105005, Russian Federation
E-mail: kurakov@bmstu.ru

Samoilov Vladimir B. — Ph.D.; Bauman Moscow State Technical University, associate professor of the Department of Materials Processing Technologies
1-5, 2nd Baumanskaya St., Moscow, 105005, Russian Federation
E-mail: wladsam@mail.ru

А. И. Нестерова

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕСТАВРАЦИЯ ИКОНЫ «ИОАНН ЗЛАТОУСТ» ИЗ СОБРАНИЯ ПЕРЕСЛАВЛЬ-ЗАЛЕССКОГО ИСТОРИКО- АРХИТЕКТУРНОГО И ХУДОЖЕСТВЕННОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА

Цель статьи — рассказать о реставрации и атрибуции уникального памятника иконописи, происходящего из собрания Переславль-Залесского государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника. В Российской академии живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова был выполнен комплекс работ по консервации и реставрации иконы «Иоанн Златоуст». Параллельно с реставрацией была проведена научно-исследовательская работа по изучению истории памятника и его атрибуции. Особое внимание в статье уделяется изучению художественных особенностей иконы «Иоанн Златоуст», рассматриваются специфика сюжетов и композиционных решений. Важной частью работы с памятником стало открытие авторской подписи на иконе, которая дает возможность узнать личность иконописца. В ходе поисков других произведений иконописца Алексея Ивановича Лапырева была найдена икона из собрания Музея им. А. Рублева «Христос Вседержитель», которая также имеет подпись, где имя, отчество и фамилия иконописца совпадают с подписью на реставрируемой иконе. В статье также сравниваются иконы «Иоанн Златоуст» и «Христос Вседержитель». Характер письма, светотеневая моделировка личного и колорит схожи на двух иконах и имеют общие черты. Несмотря на то, что на иконе из собрания Музея им. А. Рублева указана дата написания, назвать точную датировку иконы «Иоанн Златоуст» не представляется возможным из-за утраченной части надписи. В заключение автор делает вывод, что икону можно отнести к ярославской школе иконописи и уточняет датировку.

Ключевые слова: реставрация, атрибуция, ярославская школа иконописи, Переславль-Залесский художественный музей, Алексей Иванович Лапырев, Иоанн Златоуст, Христос Вседержитель, Музей им. А. Рублева.

A. I. Nesterova

RESEARCH AND RESTORATION OF THE ICON "JOHN CHRYSOSTOM" FROM THE COLLECTION OF THE PERESLAVL-ZALESSKY MUSEUM-RESERVE

The purpose of this article is to talk about the restoration and attribution of a unique icon painting monument originating from the collection of the Pereslavl-Zalessky Museum-Reserve. The Russian academy of painting, sculpture and architecture of Ilya Glazunov has completed a complex of works on the conservation and restoration of the icon "John Chrysostom". In parallel with the restoration, research work was carried out to study the history of the monument and its attribution. Special attention is paid in the article to the study of the artistic features of the icon "John Chrysostom", the specifics of the plots and compositional solutions are considered. An important part of the work with the monument was the discovery of the author's signature on the icon, which makes it possible to find out the identity of the iconographer. During the search for other works by the iconographer Alexei Ivanovich Lapyrev, an icon from the collection of the State Central Andrey Rublev Museum "Christ Pantocrator" was found, which also has a signature where the name, patronymic and surname of the iconographer coincide with the signature on the restored icon. The article also compares the icons "John Chrysostom" and "Christ Pantocrator". The character of the writing, the chiaroscuro modeling of the personal and the color are similar on the two icons and have common features. Despite the fact that the date of writing is indicated on the icon from the collection of the State Central Andrey Rublev Museum, it is not possible to name the exact date of the icon "John Chrysostom" because of the lost part of the inscription. In conclusion, the author concludes that the icon can be attributed to the Yaroslavl school of icon painting and clarifies the dating.

Keywords: restoration, attribution, Yaroslavl school of iconography, Pereslavl-Zalessky Museum-Reserve, Alexey Ivanovich Lapyrev, John Chrysostom, Christ Pantocrator, State Central Andrey Rublev Museum.

Икона «Иоанн Златоуст» XVIII века из Переславль-Залесского государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника являет собой красивейший памятник ярославской иконописной школы, исполненный в традиции икон мастерской при Оружейной палате. Авторская живопись наполнена множественными растительными орнаментами и исполнена с помощью разнообразных художественных приемов (ил. 1).



Ил. 1.

Икона «Иоанн Златоуст».
А. И. Лапырев. XVII – начало XVIII
в. Дерево, паволока, левкас,
яичная темпера. 128,5 × 91,5 × 3 см.
ПЗГИАиХМЗ. ПЗМ – 5813. ЖТ – 280.
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

На реставрацию в Российскую академию живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова икона поступила в аварийном состоянии. Богатая и многодельная авторская живопись находилась под слоем потемневшего лака и поновительских прописей. В РАЖВиЗ Ильи Глазунова реставраторами был проведен весь комплекс сложных процессов, связанных с консервацией и реставрацией памятника (табл. 1).

А именно: укреплены аварийные участки грунта и красочного слоя; выполнена работа по устранению деформации щита основы, заделаны щели и восполнены утраты древесины, после чего был выполнен процесс утоньшения потемневшего лака. Процесс раскрытия данного произведения требовал особого внимания и подхода, миниатюрная живопись на клеймах с житием евангелиста, многодельные орнаменты на одеждах и полях — всё это требовало подбора различных методик на разных участках изображения (ил. 2–3). Параллельно с реставрацией была проведена объемная научно-исследовательская работа по изучению материалов и особенностей исполнения и истории памятника, его атрибуции.

Таблица 1. Результаты исследования иконы «Иоанн Златоуст».

Автор	Время создания	Место создания	Размер	Реставрации	Реставраторы
Н/х	XVIII в. (по каталожным данным музея)	Переславль-Залесский	128,5×91,5×3 см	Проведены консервационные и реставрационные работы в РАЖВиЗ Ильи Глазунова в 2023 г.	Анна Александровна Соколова
Алексей Иванович Лапырев	XVIII в. (по каталожным данным музея)	Переславль-Залесский	128,5×91,5×3 см	Проведены реставрационные работы в РАЖВиЗ Ильи Глазунова в 2024 г.	Анастасия Игоревна Нестерова



Ил. 2.

Икона «Иоанн Златоуст».
Клеймо №17 до реставрации.
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова



Ил. 3.

Икона «Иоанн Златоуст».
Клеймо №17 до реставрации.
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

По каталожным данным икона «Иоанн Златоуст» поступила в собрание музея и была поставлена на учет в 1936 году; также известно, что икона была изъята из ликвидированных церковей города Переславль-Залесского. В ходе бытования поля и боковые стороны памятника были опилены, в результате подписи к клеймам на боковых сторонах утрачены полностью, на верхнем поле сохранились лишь нижние строки. Наилучшую сохранность представляет нижнее поле. Паволока просматривается фрагментарно по стыку досок, материал паволоки — льняная ткань. На нимбах Иоанна, Спасителя и Богоматери лежит двойник. Нимб Иоанна имеет прографленный рисунок лучей. Листовое серебро просматривается на раме с растительным орнаментом, одеждах Иоанна Златоуста и Евангелии, также на изображении архитектурных элементов и других мелких деталях. Личное моделировано по характерному темному санкирю с мягкой проработкой охрения.

Стоит отметить, что в некоторых клеймах заметен иной характер написания личного. Так, в клеймах №24 и №25 лики по отношению к фигуре смотрятся гораздо крупнее и массивнее, а характер письма и моделировки несколько отличается от изображений личного в других клеймах (ил. 4). Наибольший интерес из пигментов представляет искусственный азурит с примесью свинцовых белил с изображения фона средника и изображения неба в клеймах. Наличие данного пигмента дает возможность предположить, что данный памятник был написан в промежутке с конца XVII до начала XVIII века.

Среди памятников, посвященных Иоанну Златоусту, наиболее распространены сюжеты, где святитель представлен в полный рост в церковном одеянии с полиставрионом, в руках у святого книга со священным писанием — знак его святительства, десница может быть сложена в благословляющем жесте или прижата к сердцу. Икона, поступившая на реставрацию в академию И. С. Глазунова, имеет несколько

другую композицию: Иоанн Златоуст изображен по пояс, правая рука представлена с жестом благословения, а в левой изображено закрытое Евангелие. Также стоит отметить, что в среднике изображен не только Иоанн Златоуст, но и Спаситель с Богородицею на тронах в обрамлении облаков. Сам образ окружен 26 клеймами.



Ил. 4.

Икона «Иоанн Златоуст».
Фрагмент клейм №24 и №25.
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

Интерес в данной иконе представляет то, что большинство клейм посвящено событиям из жития Иоанна Златоуста и императрицы Евдоксии. Например, клеймо №11 иллюстрирует сцену, в которой императрица воздвигла себе статую (ил. 5). При изучении аналогов можно сделать вывод, что данная композиция является редкой. Вероятнее всего, эти нераспространенные сюжеты были почерпнуты иконописцем из текста жития Иоанна Златоуста. Клейма №14 и №16 подробно рассказывают о споре между императрицей и святителем о виноградниках. Также стоит отметить необычный сюжет клейма №13 — с изображением пожара в храме. Подобный сюжет был найден на иконах «Иоанн Златоуст» 1680-х годов и «Святитель Иоанн Златоуст с житием» середины XVII века (обе из Ярославского художественного музея). Но в отличие от аналогов на данном произведении изображено только горящее здание. При изучении композиционного решения клейм можно сделать вывод, что иконописец избегает сложного построения повествования, которое стали активно использовать иконописцы XVII века, и придерживается устоявшегося канона.

В ходе поиска аналогов иконы для определения школы были выявлены памятники XVII – начала XVIII века, принадлежавшие ярославской школе иконописи. В книге С. И. Масленицына «Ярославская иконопись» сообщается, что у прихожан посадских церквей излюбленными иконами в XVII столетии остаются житийные

иконы, которые строятся по двум типам композиций: либо святой обрамлен циклом клейм из жития, последовательно сменяющих друг друга, либо житие представляет собой часть композиции со святым в центре¹.



Ил. 5.
Икона «Иоанн Златоуст». Клеймо
№17. Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

«Святитель Иоанн Златоуст, со сценами Рождества и Перенесения мощей» начала XVIII века из Ярославского художественного музея, «Николай Чудотворец» и «Никита воин» из экспозиции Переславль-Залесского музея — все эти иконы имеют схожие черты в написании личного: светотеневая моделировка с последовательными слоями охрения, на последних слоях с разбелом, санкирь плотная, темная, зеленовато-оливковая, ближе к коричневому. Лики имеют крупные черты, ярко выраженные надбровные дуги и нос. С иконами «Святитель Иоанн Златоуст» и «Николай Чудотворец» данное произведение объединяет еще и та особенность, что Святые изображены со Спасом и Богородицею в окружении облаков. Также общим является использование светло-зеленого оттенка в качестве фона, который характерен для икон XVIII века. Особое внимание привлекают одежды Иоанна Златоуста, украшенные растительным орнаментом в виде цветов. На иконе «Господь Иисус Христос — Великий Архиерей, с предстоящими Святыми Великомучеником Феодором Стратилатом и Мученицей Агафией» (1681 г., мастерские Оружейной палаты), у Спасителя также изображены цветы на одеждах. Однако на иконе «Иоанн Златоуст» орнамент решен в более декоративно-плоскостной манере (ил. 6), схожую манеру исполнения растительного узора можно увидеть на иконе «Апостол Никанор» (1685 г., мастерские Оружейной палаты). Все персонажи, представленные

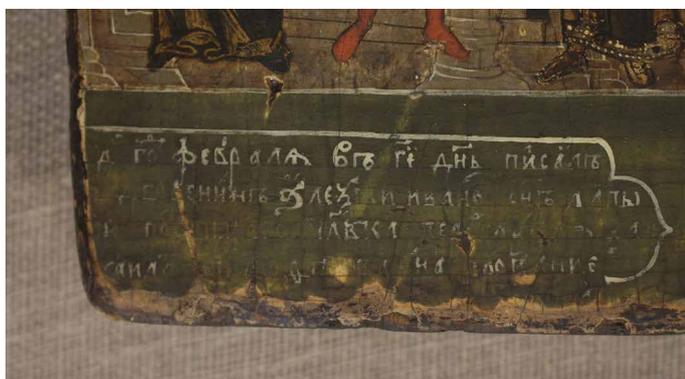
в клеймах, облачены в красочные одежды, фигуры стройные и вытянутые, их движения и позы изящны. Складки одежд проработаны твореным серебром. Колорит иконы выдержан в зеленых, розовых, охристых и серых тонах. Также иконописец обильно использует листовое серебро для украшения одежд Святителя и архитектурных элементов: покрывает им крыши зданий, купола, церковную утварь и окна в палатах, поверх дополняет все черновой разделкой. На иконе «Иоанн Златоуст» клейма отделены от средника орнаментальной лентой, этот прием также характерен для мастеров из Ярославля XVII века. Например, на иконе «Богоматерь Толгская» 1655 года из Ярославского художественного музея, которая является примером иконописи раннего XVII века, также можно видеть орнаментальную раму, но в отличие от иконы «Иоанн Златоуст» орнамент тут более сдержанный.



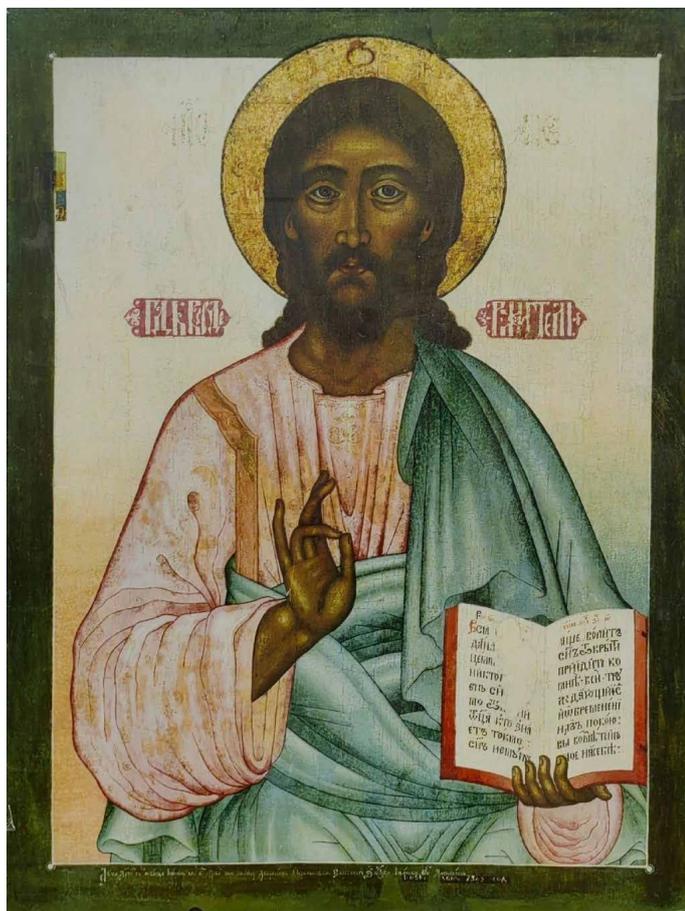
Ил. 6.

Икона «Иоанн Златоуст». Фрагмент с изображением одежд святителя. Съемка А. И. Нестерова, 2024 г. Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

В ходе реставрационных работ была открыта авторская подпись на иконе в левом нижнем углу. На подписи отчетливо можно разобрать имя, отчество и часть фамилии иконописца «Алексий иванов сын лапы...» (ил. 7). В связи с этим были начаты поиски других произведений данного автора, в надежде окончательно установить его личность. В ходе долгих поисков была найдена икона «Христос Вседержитель» из собрания Музея им. Андрея Рублева (ил. 8), у которой внизу на поле также имелась авторская подпись: «...Алексий Ивановъ сын Лапыревъ». Получается, что имя, отчество и фамилия совпадают с подписью на реставрируемой иконе, также стоит заметить, что заглавная буква имени иконописца достаточно характерна по своему рисунку, и в обоих случаях можно отметить идентичность ее написания (ил. 9). На иконе из собрания Музея им. Андрея Рублева сохранилась дата создания иконы: «1685 год 16 июня», тогда как на иконе «Иоанн Златоуст» просматривается последняя цифра года: «4», месяц и дата написания иконы: «13 февраля». В надписях есть еще одна примечательная деталь, в обоих случаях перед именем иконописца идет примечание, что икону писал «...дворянинъ...» (ил. 10). На конференции в Музее имени Андрея Рублева (2015 г.) говорилось, что род Лапыревых прослеживается в Переяславле-Залесском с начала XVII века².



Ил. 7.
Икона «Иоанн Златоуст». Подпись.
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова



Ил. 8.
Икона «Христос Вседержитель».
А. И. Лапырев. 1685 г. Дерево, левкас,
яичная темпера, 114,5 × 86 см.
ЦМиАР. КП 3685, Инв. 2877-1. Фото —
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

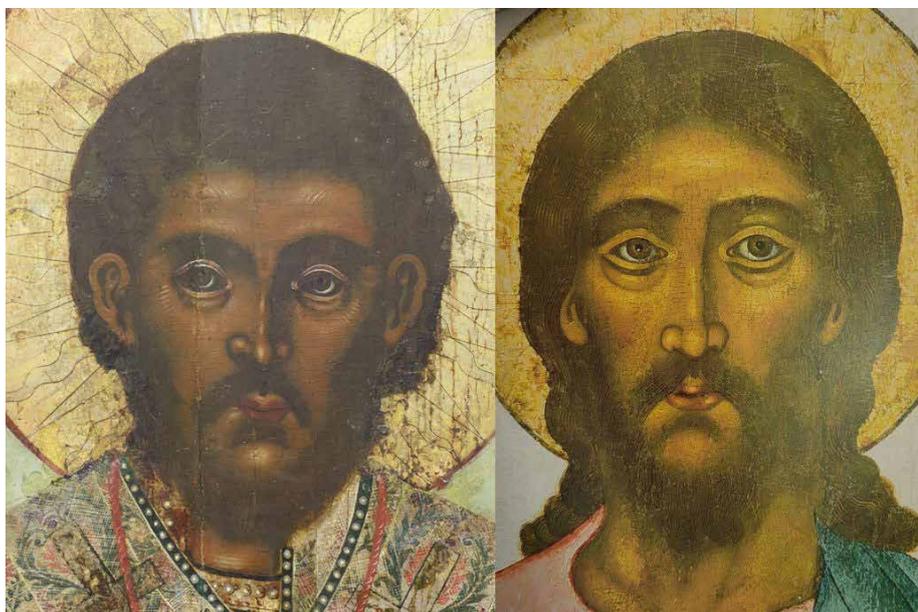
При проведении сравнительного анализа обоих произведений мы можем отметить, что оба памятника имеют много схожих художественных приемов и близкий колорит. Общие черты явно просматриваются в написании личного; в его светомоделировке и в характерных движениях, выполненных по линии бровей, на лбу и скулах. Отчетливо видна похожая форма глаз и губ, несмотря на то, что нос у Иоанна более изящен, в его форме улавливается схожесть с изображением носа Христа (ил. 11). Рисунок рук также схож, особенно просматривается сходство в изображении правой руки: рисунок пальцев тонкий и изящный. Абрис руки Иоанна практически копирует абрис руки Спасителя. На светах также видны характерные движения, но на деснице Иоанна они выполнены более графично. Также нельзя не заметить похожие художественные приемы, к которым прибегает автор в написании фона. На двух иконах выполнена красивая растяжка от светло-голубого колера к темно-бирюзовому холодному. Очень схожи по авторскому решению исполненные надписи на обеих иконах. Надписи обрамлены фигурными картушами, очень близкими по форме на обоих произведениях. Но если на иконе Спаса они исполнены за счет вышпаровки фона, то на иконе «Иоанн Златоуст» они выполнены при использовании цельного листа сусального золота.



Ил. 9.
Сравнение подписей к иконам «Иоанн Златоуст» и «Христос Вседержитель».
Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова



Ил. 10.
Сравнение подписей к иконам «Иоанн Златоуст» и «Христос Вседержитель». Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова



Ил. 11.
Сравнение фрагментов изображения личного икон «Иоанн Златоуст» и «Христос Вседержитель». Съемка А. И. Нестерова, 2024 г.
Архив РАЖВиЗ Ильи Глазунова

К сожалению, утраченная часть надписи не позволяет нам получить точную информацию о дате написания произведения. Однако проведенная исследовательская работа позволяет сделать вывод, что памятник может быть датирован не XVIII веком, как указано в каталожных данных музея, а концом XVII – началом XVIII века. В пользу данного довода говорит манера письма художника, композиционное решение и стилистические приемы. Использованный иконописцем пигмент искусственный азурит в изображении неба и фона средника, как известно, получил широкое

распространение в русских иконах с середины XVII века до середины XVIII века. Весомым аргументом также является икона, уже датированная 1685 годом, за авторством этого же иконописца.

Примечания

1. *Масленицын С. И.* Ярославская иконопись. М. : Искусство, 1983. — 184 с.

2. *Нечаева Т. Н.* Икона «Христос Вседержитель» 1685 г. мастера Алексея Ляпырева из собрания Музея имени Андрея Рублева // Памяти Виктора Михайловича Сорокатого. Атрибуция 2015: Тезисы докладов конференции в Музее имени Андрея Рублева, 27 – 29 апреля 2015 г. / сост. и ред. М. И. Антыпко. М. : ЦМиАР, 2015. С. 65 – 66.

1. *Maslenicyн S. I.* Yaroslavskaya ikonopis`. M. : Iskusstvo, 1983. — 184 s.

2. *Nechaeva T. N.* Ikona «Xristos Vsederzhitel`» 1685 g. mastera Alekseya Lapy`reva iz sobraniya Muzeya imeni Andreyа Rublevа // Pamyati Viktora Mixajlovicha Sorokatogo. Atribuciya 2015: Tezisy` dokladov konferencii v Muzee imeni Andreyа Rublevа, 27 – 29 aprelya 2015 g. / sost. i red. M. I. Anty`pko. M. : CzMiAR, 2015. S. 65 – 66.

Список сокращений

Музей им. А. Рублева; ЦМиАР — Центральный музей древнерусской культуры и искусства имени Андрея Рублева

Переславский музей-заповедник; ПЗГИАиХМЗ — Переславль-Залесский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник

РАЖВиЗ Ильи Глазунова — Российская академия живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова

Сведения об авторе

Нестерова Анастасия Игоревна — ФГБОУ ВО «Российская академия живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова»; студент 1 курса ассистентуры-стажировки

Российская Федерация, 101000, г. Москва, Мясницкая ул., д. 21

E-mail: n.nesterova.ru@yandex.ru

Nesterova Anastasia I. — The Russian academy of painting, sculpturing and architecture of Ilya Glazunov, first-year student internship assistants
21, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation

E-mail: n.nesterova.ru@yandex.ru

Н. В. Пивоварова

ДРЕВНЕЙШАЯ ИКОНА «СОБОР АРХАНГЕЛОВ» ИЗ ВЕЛИКОГО УСТЮГА В СОБРАНИИ РУССКОГО МУЗЕЯ: ИСТОРИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАМЯТНИКА

В статье рассматривается одна из древнейших икон собрания Русского музея «Собор архангелов Михаила и Гавриила». Образ был обнаружен в Архангельском храме одноименного монастыря Великого Устюга, откуда в 1931 г. поступил в Велико-Устюгский краеведческий музей. В 1959 – 1968 гг. икона была раскрыта из-под записей художником-реставратором А. Н. Барановой в Центральных государственных реставрационных мастерских (Москва), а затем передана в Русский музей. Основное внимание в статье уделяется итогам реставрации, кардинально изменившей внешний облик иконы и позволившей поставить вопрос о времени и месте ее создания. Приводятся данные реставрационного паспорта, составленного А. Н. Барановой, и мнения исследователей, анализировавших изображения на иконе в процессе ее раскрытия. Для решения вопроса о происхождении иконы привлекаются данные из Сотной книги Великого Устюга 1630 г., согласно которой икона находилась в церкви во имя Введения Богородицы во храм Михаило-Архангельского монастыря. Анализ текста Сотной книги приводит к выводу о почитании образа в Устюге. Согласно источнику, икона имела драгоценный убор с венцом, ожерельем и гривной, украшенными камнями и жемчугом. Эти сведения подтверждаются результатами исследования иконы под микроскопом и рентгенографированием поверхности. Обзор существующей литературы и результаты исследования иконы позволяют вернуться к вопросу о месте ее создания. В свете проведенных работ наиболее обоснованным представляется мнение Г. И. Вздорнова, высказанное еще в 1970-е годы, о создании иконы в Великом Устюге. В то же время широкую датировку, предложенную Вздорновым, следует сузить до последней четверти XIII века.

Ключевые слова: Великий Устюг, Велико-Устюгский краеведческий музей, Русский музей, Центральные государственные реставрационные мастерские, икона, Собор архангелов, А. Н. Баранова, реставрация, исследование.

N. V. Pivovarova

ANCIENT ICON "THE MEETING OF THE ARCHANGELS" FROM VELIKY USTYUG IN THE COLLECTION OF THE RUSSIAN MUSEUM: HISTORY, RESTORATION AND RESEARCH OF THE MONUMENT

The article examines the ancient icon from the collection of the State Russian Museum, "The Meeting of the Archangels Michael and Gabriel". The icon was found in the Arkhangelsk Church of the monastery of the same name in Veliky Ustyug, from where it was transferred to the Veliky Ustyug Museum of Local History in 1931. In 1959 – 1968, the icon was restored in the Central State Restoration Workshops (Moscow) by artist-restorer A. N. Baranova, and then transferred to the Russian Museum. The article focuses on the results of the restoration, which radically changed the appearance of the icon and allowed us to raise the question of the time and place of its creation. The data from the restoration passport compiled by A. N. Baranova and the opinions of researchers who analyzed the images on the icon during the process of its uncovering are presented. To resolve the issue of the icon's origin, data from the Sotnaya Book of Veliky Ustyug of 1630 is used. According to the information contained in the book, the icon was in the Church of the Entry of the Virgin into the Temple of the Archangel Michael Monastery. An analysis of the text of the Sotnaya Book leads to the conclusion that the image was venerated in Ustyug. According to the source, the icon had a precious frame with a crown, chaplet and grivna, decorated with stones and pearls. This information is confirmed by the results of a study of the icon under a microscope and radiography of its surface. A review of the existing literature and the results of the study of the icon allow us to return to the question of the place of its creation. In light of the work carried out, the most justified opinion seems to be that of G. I. Vzdornov, expressed back in the 1970s, about the creation of the icon in Veliky Ustyug. At the same time, the broad dating proposed by Vzdornov should be narrowed to the last quarter of the 13th century.

Keywords: Veliky Ustyug, Museum of local lore of Veliky Ustyug, State Russian Museum, Central State Workshop of the Restoration, icon, Synod of the archangels, A. N. Baranova, restoration, research.

Икона «Собор архангелов Михаила и Гавриила» (ГРМ, инв. № ДРЖ-3103. Дерево, левкас, темпера. 165,0 × 117,0 × 3,0 см) принадлежит к числу древнейших памятников собрания Русского музея (ил. 1). В музей она поступила в 1970 году из Государственных центральных художественно-реставрационных мастерских, куда была передана на реставрацию из Велико-Устюгского краеведческого музея. Согласно письму заместителя директора Велико-Устюгского музея Л. Петрова на имя директора ГЦХРМ от 15 августа 1957 года, музей просил включить в план реставрационных работ семь икон, в том числе образ «Собор архистратига Михаила» размером 167 × 115 см «ранней живописи», без инвентарного номера. 27 сентября 1958 года был составлен акт, по которому представитель музея Е. С. Мансветова сдала, а сотрудник отдела хранения ГЦХРМ В. А. Елкова приняла две иконы, в том числе интересующий нас образ. Как следует из акта, на момент передачи в ГЦХРМ икона была полностью заклеена, поэтому описания ее сохранности сделано не было*.



Ил. 1.

Икона «Собор архангелов». Неизвестный мастер. Последняя четверть XIII в. Дерево, левкас, темпера. 165,0 × 117,0 × 3,0 см. Общий вид. Съемка В. Ю. Торопова. ГРМ

Надежду на то, что под слоями записи может оказаться древняя живопись, внушало пробное раскрытие, произведенное в 1931 году по инициативе Ю. А. Олсуфьева И. И. Тюлиным (ил. 2). Наличие авторского красочного слоя подтвердило

* Документы и фотографии иконы в процессе раскрытия любезно предоставлены хранителем икон Великоустюгского государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника О. А. Малковой, за что приносим ей искреннюю благодарность.

и рентгенографирование поверхности (ил. 3). В ходе реставрации, произведенной в 1959 – 1968 годах художником-реставратором А. Н. Барановой (Рябининой), открылась древняя живопись, в целом удовлетворительной сохранности.



Ил. 2.

Икона «Собор архангелов». Участок пробного раскрытия, произведенного в 1931 г. И. И. Тюлиным. Съемка В. Ю. Торопова. ГРМ



Ил. 3.

Икона «Собор архангелов». Рентгенограмма. Архивное фото. ВУГИАХМЗ

В процессе работ составлялся реставрационный паспорт и производилась фотосъемка иконы¹, которые показывают, насколько значительному искажению подвергся образ при поновлениях (ил. 4).



Ил. 4.
Икона «Собор архангелов». Икона в процессе раскрытия. Архивное фото. ВУГИАХМЗ

Позднейшая запись совершенно игнорировала древнюю композицию иконы: фигуры архангелов, занимавшие всю высоту средника, были уменьшены, за счет чего верхняя часть ковчега до лузги осталась незаполненной изображениями. Под медальоном с Христом Эммануилом, также сдвинутым вниз относительно первоначального расположения, был написан херувим, отсутствовавший в авторской композиции.

Характер этой поздней живописи точно описал Н. А. Гагман: «Уродливые, непропорциональные фигуры архангелов, никак не увязанные по своим масштабам с пропорциями доски, были исполнены жидкими блеклыми красками на плотном белом грунте, и под ними совершенно не угадывалось следов более ранней композиции. Как правило, так выглядят произведения, полностью утратившие свою первоначальную живопись относительно недавно»².

В процессе удаления нескольких слоев записей А. Н. Баранова оставила большую вставку грунта XVIII века, захватывающую верхний левый угол и идущую вдоль стыка левой и соседней с ней досок. Это позволило сохранить целостность фигуры архангела Михаила (изображен слева). В записи XVIII века оставлена также правая рука архангела и часть его крыла; жезл, увенчанный крестом и находящийся на месте древнего жезла, изначально имевшего навершие в форме квадрифолия. Еще одна вставка сохранена на фигуре архангела Гавриила (правое крыло и грудь); третья крупная вставка расположена внизу, вдоль стыка центральных досок. Более мелкие вставки имеются по всей поверхности.

По мере раскрытия иконы результаты работ освещались в каталогах реставрационных выставок. Одновременно рассматривались вопросы о происхождении, времени и месте создания иконы.

В каталоге V реставрационной выставки 1965 года, на которой памятник демонстрировался в процессе раскрытия³, С. В. Ямщиков высказал мнение, что икона как храмовая была установлена в соборной церкви Архистратига Михаила одноименного Великоустюгского монастыря к моменту ее освящения. За дату построения церкви он принял 1237 год (!? — Н. П.) и отнес образ к середине XIII века. По заключению исследователя, «набор красок, палеографические признаки, характер написания ликов свидетельствуют о принадлежности иконы кисти отечественного мастера, работавшего в одном из художественных центров Древней Руси».

Полное раскрытие памятника позволило обратиться к анализу деталей композиции. Вывод о древности иконы, сделанный на основании визуального изучения деревянной основы, Н. А. Гагман* подкрепил анализом живописи. Аргументами в пользу раннего времени создания образа служили, по мнению Гагмана, изображение навершия рипиды в форме квадрифолия в руках у архангела Гавриила — «мотив, встречающийся только в самой глубокой древности»**, и орнаментация позема иконы, «ближайшие аналогии которой встречаются в росписях наружных стен Успенского собора во Владимире (1158–1161) и в орнаментах южных врат Рождественского собора в Суздале (1230–1233)». Точной датировки памятника автор не предложил, однако за точку отсчета принял 1211 год — время построения деревянной церкви Архангела Михаила, «где икона должна была находиться со дня освящения храма, до начала XIV в.». В связи с приведенными доводами, казалось бы, напрашивалось заключение о принадлежности иконы искусству Владимиро-Суздальского княжества, однако однозначного мнения на этот счет автор не высказал.

Наиболее обстоятельное и аргументированное суждение об иконе принадлежит Г. И. Вздорнову, посвятившему памятнику две статьи, не утратившие своего значения и поныне⁵. Обзор истории Великого Устюга, убедительные иконографические параллели, сопоставление особенностей художественного строя «Собора архангелов» с более поздними по времени вологодскими иконами позволили исследователю связать создание памятника с Великим Устюгом и датировать его широким временным диапазоном: вторая половина XIII – начало XIV века***.

* По мнению исследователя, основанием для ранней датировки иконы служит «строение доски с накладными торцевыми шпонками на кованых гвоздях»⁴. Согласно современным исследованиям, эти шпонки могут быть не первоначальными. Подробнее см. в статье Е. В. Азарниной, публикуемой выше.

** Аналог этой форме Н. Гагман находил на мозаике «Причащение апостолов» в Михаило-Златоверхом монастыре в Киеве.

*** «Синий фон — веское доказательство того, что икона "Собор двух архангелов" написана на Севере. Так как она

Тем не менее наибольшее число сторонников имеет ныне «ростовская» версия происхождения иконы. Ее основу составляют исторические факты — принадлежность Устюга Великого и Белозерска роду ростовских князей. Эта версия аргументирована и в своде об иконописании Северо-Восточной Руси⁷, и в новой «Истории русского искусства»⁸. Датировка иконы увязана здесь с новой датой основания Михаило-Архангельского монастыря (1272 или 1276 г.), предложенной А. А. Туриловым. Опора на эту дату привела к сужению хронологических рамок создания иконы в пределах 1272 – 1276 или, чуть шире, 1270-х годов⁹.

Безусловно, фактор бытования, древность и, главное, сюжет иконы позволяют связать ее с одним из древнейших монастырей Великого Устюга, освященным в честь главы небесного воинства — святого Архистратига Михаила. Вместе с тем ранними сведениями об истории монастыря и пребывании в нем иконы мы не располагаем. Упоминание об образе содержит Сотная книга Великого Устюга 1630 года, согласно которой, после пожара холодной Архангельской церкви образ был перенесен в монастырскую трапезную церковь во имя Введения Богородицы во храм. Здесь икона стояла вне иконостаса, в отдельном киоте.

Ценность информации, содержащейся в Сотной книге, состоит не только в том, что в ней фиксируется факт перемещения иконы внутри монастыря. Благодаря источнику, мы получаем свидетельство о почитании образа: он описан в драгоценном уборе с венцом, ожерельем и гривной, украшенными камнями и жемчугом: «...в церкви ж образы осталось после пожару холодного храму арх. Михаила: <...> образ настоящей собор арх. Михаила, обложен серебром басмяной позолочен, венец чеканной, в венце камень, да жемчужные вставки, ожерелейцо жемчужное, гривна серебряная басмяна, позолочена черезо весь образ, а на гривне 7 камней, у образа киот оловом обложен в басму позолочен, 2 гривны невелики с камешки, да 3 креста серебряные невелики, да пелена онтобас на золоте кругом обложена белою камкою»¹⁰. Одновременно в местном ряду иконостаса Введенской церкви стояла другая икона Собора архангелов, написанная на золоте, вероятно, меньшего размера. Таким образом, икона интересующего нас сюжета была в монастыре не единственной.

Вопрос о местонахождении древнейшей иконы в XIX – XX веках пока остается открытым. В главной описи Архангельского монастыря, составленной в середине XIX века (1854/1855 г.), в иконостасе Михаило-Архангельской церкви икона не значится¹¹. По правую сторону Царских врат в это время стоял образ «Архистратига Михаила и прочих Безплотных сил»*. Не исключено, что «по ветхости» древняя икона была вынесена в рухлядную или монастырскую кладовую. Возвращение ее в Михаило-Архангельский храм могло произойти в тот момент, когда в церкви было устроено музейное хранилище**. Именно в это время на икону впервые обратили

вывезена из Устюга, то и местом ее написания тоже, надо полагать, был Устюг Великий»⁶.

* В искусствоведении подобную иконографию принято именовать «Собор архангелов и ангелов», поскольку помимо Михаила и Гавриила в композиции изображаются другие архангелы и чины небесной иерархии. Сюжет известен по двусторонней иконе-таблетке конца XV в. из комплекта лицевых святцев Новгородского Софийского собора. Число венцов, крепившихся на устюжской иконе (по описи — 23), почти в точности соответствует количеству нимбов архангелов и ангелов на новгородской таблетке. Таким образом, в середине XIX в. в иконостасе Михаило-Архангельского собора стояла икона, написанная не ранее конца XV – XVI века.

** По сведениям О. А. Малковой, после революции в Михаило-Архангельской церкви музейные сотрудники устроили хранилище, куда были перемещены иконы не только из разных храмов монастыря, но и из соседних церквей. Возможно, в этот момент древняя икона вновь оказалась в церковном интерьере (либо в ризном отделении алтаря, либо в другой части храма).

внимание исследователи. В 1928 году образ осматривал А. И. Анисимов, в 1931 году — Ю. А. Олсуфьев¹². Запись, покрывавшая икону, препятствовала ее датировке. Олсуфьев лишь отметил, что она принадлежит «к очень древним памятникам»¹³.

Итак, на данный момент мы имеем несколько вариантов датировки иконы. Наиболее ранняя из них основана на сведениях источников XVIII века, относящих время создания монастыря к 1212 или 1216 году. Датировка серединой XIII века привязана к 1237 году — времени освящения соборной церкви монастыря (источник, в котором содержится этот год, остался нам неизвестным). 1272 или 1276 годы приурочены к новой дате создания монастыря, согласно версии А. А. Турилова. Наконец, широкий временной интервал: вторая половина XIII – начало XIV века — предложен Г. И. Вздорновым.

Мы сомневаемся в том, что детали композиции — навершие жезла архангела Гавриила в форме квадрифолия или орнамент в виде красного вьющегося побега на поземе — способны помочь в датировке иконы, тем более, что указанный Н. А. Гагманом аналог — форма рипиды в Михайловском Златоверхом монастыре, — попросту не существует^{***}. Схожие формы и мотивы встречаются в памятниках разного времени, в том числе очень ранних. Так, аналог форме навершия можно указать на иконе первой четверти XIII века «Ярославская Оранта», где сходно изображена нашивка (звезда?) на левом плече у Богородицы. Центр атрибута образован квадратным щитком, по четырем сторонам от которого располагаются четыре полукруглые лопасти, а по осям крепятся белые «жемчужины»¹⁵. Близкую аналогию орнаменту на поземе можно обнаружить на кайме подола дивитисия архангела в виме храма Св. Софии в Константинополе (867 год). Всё это говорит о тесной связи древнейших русских икон с искусством Византии и, несомненно, об определенном архаизме устюжского образа Собора архангелов.

Особая аристократическая утонченность ликов архангелов, глядя на которые хочется сказать «очи», а не «глаза», «уста», а не «губы»; «многодельность» орнаментов на одеждах, которые прежде были гораздо сложнее по мотивам; схематизм предварительной разметки композиции, обретающей ясность и определенность лишь на стадии исполнения рисунка; наконец, — состав пигментов, в котором в роли золота выступает аурипигмент, а ультрамарин заменен на индиго, — все эти особенности выделяют икону среди других ранних произведений и позволяют приписать ее авторство незаурядному мастеру.

На наш взгляд, цветовые сочетания и приемы работы иконописца роднят образ «Собора» с произведениями монументальной живописи, традиционно исполнявшимися на синих фонах. Твердость руки и безошибочность при построении формы, характерные для мастера, — обязательное условие работы на стене. Отметим, что и сама композиция «Собора архангелов» известна в ранний период преимущественно в монументальной живописи, а ее широкое распространение в Греции и на Балканах приходится на конец XIII-го и XIV-е столетие. Для Руси же образ «Собора архангелов» остается уникальным явлением, поскольку древнейшие

^{***} Участки стены, где в древности были изображены рипиды, к началу XX в. не сохранились. Место древних изображений заняли крупные рипиды с навершиями в форме подсолнухов. Представление о них дает архивный снимок, опубликованный в издании о мозаиках Михайловского монастыря¹⁴. Эти поздние привнесения были удалены при снятии мозаики «Причащение апостолов» со стены. В настоящее время в руках у ангелов имеются только древки без наверший. Форма рипид в одноименной композиции в киевском Софийском соборе также отлична от навершия жезла на иконе «Собора архангелов».

иконы, связываемые с Архангельскими церквами, представляют собой не «собор» двух архангелов, а образ одного архистратига Михаила (напомним об иконе из Архангельской церкви на Которосли в Ярославле, ок. 1300 г., собрание Третьяковской галереи).

Как справедливо отмечал Г. И. Вздорнов, особенность колористической системы иконы, в которой исключительная роль отводится синему фону, была унаследована вологодской иконописью последующего периода. Стойкая приверженность вологодских мастеров к синим фонам означает, что «Собор архангелов» явно был не единственной синефонной иконой в Великом Устюге. Возможно, выбор такого цветового решения определялся отсутствием в устюжских храмах раннего периода фресковых росписей. В любом случае создание «Собора архангелов» именно в Великом Устюге, на наш взгляд, имеет веские основания.

Автор приносит искреннюю благодарность администрации ВХНРЦ и В. С. Казаровой за содействие в работе и предоставление реставрационного паспорта, составленного А. Н. Барановой.

Примечания

1. Реставрационный паспорт иконы «Собор архангелов» // Архив ВХНРЦ им. академика И. Э. Грабаря. №2687.

2. Марфо-Мариинская обитель и Реставрационный центр имени И. Э. Грабаря. Страницы истории / Ред.-сост. А. А. Горматюк. В 3-х т. М.: ВХНРЦ, 2012. Т. 3. Спасенные шедевры. Открытия реставраторов. С. 65.

3. V выставка произведений изобразительного искусства, реставрированных Государственной центральной художественной научно-реставрационной мастерской им. академика И. Э. Грабаря. Каталог. М.: Совет. худож., 1965. С. 53, 57.

4. Марфо-Мариинская обитель... С. 65.

5. Вздорнов Г. И. Икона «Собор архангелов Михаила и Гавриила» из Великого Устюга // Сообщения ВЦНИЛКР. 1971. Вып. 27. С. 141 – 162. Ил. 1 – 6; Он же. ΣΥΝΑΞΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΓΓΕΛΩΝ // Византийский временник. 1971. Т. 32. С. 157 – 183. Ил. 1, 2.

6. Вздорнов Г. И. Икона «Собор архангелов Михаила и Гавриила»... С. 158.

7. Смирнова Э. С. Иконы Северо-Восточной Руси. Ростов, Владимир, Кострома, Муром, Рязань, Москва, Вологодский край, Двина. Середина XIII – середина XIV века. М.: Гос. ин-т искусствознания, 2004. С. 12, 33, 43–44, 46, 50, 120, 125, 138, 206–211. Кат. 5. Ил. на с. 38, 39.

8. Смирнова Э. С. Иконопись и рукописная миниатюра // История русского искусства. М.: Гос. ин-т искусствознания, 2018. Т. 4: Искусство середины XIII – середины XIV века / Отв. ред. Э. С. Смирнова. С. 216 – 221, 230, 245, 261, 278, 317. Ил. 355 – 358.

9. Смирнова Э. С. Новгородская живопись второй половины XIII века. Некоторые наблюдения // Новгород и Новгородская земля. Искусство и реставрация. Великий Новгород: Новгородский музей-заповедник, 2011. Вып. 4. С. 113; Пуцко В. Г. Икона Богоматери Умиление на престоле (Толгская первая): проблемы иконографии

и стиля // XXVI Научные чтения памяти Ирины Петровны Болотцевой (1944–1995): сб. ст. Ярославль: Ярославский художеств. музей, 2022. С. 27. Ил. 6.

10. Устюг Великий. Материалы для истории города XVII и XVIII столетий. М.: Тип. М. Н. Лаврова и К^о, 1883. С. 39.

11. РГИА. Ф. 834. Оп. 3. Д. 2527. Л. 5. № 17. 3.

12. *Вздорнов Г. И.* ΣΥΝΑΞΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΓΓΕΛΩΝ. С. 157, примеч. 2.

13. Там же.

14. *Коренюк Ю. О.* Мозаїки Михайлівського Золотоверхого собору. Київ: ВД «АДЕФ Україна», 2013. Ил. на с. 89.

15. Государственная Третьяковская галерея. Каталог собрания. Т. 3: Древнерусская живопись X–XIII веков. М.: б. и., 2020. С. 446. Ил. 15. 15.

1. Restavracionnyj pasport ikony` «Sobor arxangelov» // Arxiv VXRNCz im. akademika I. E`. Grabarya. №2687.

2. Marfo-Mariinskaya obitel` i Restavracionnyj centr imeni I. E`. Grabarya. Stranicy istorii / Red.-sost. A. A. Gormatyuk. V 3-x t. M.: VXRNCz, 2012. T. 3. Spasenny`e shedevry`. Otkry`tiya restavradorov. S. 65.

3. V vy`stavka proizvedenij izobrazitel`nogo iskusstva, restavrirovanny`x Gosudarstvennoj central`noj xudozhestvennoj nauchno-restavracionnoj masterskoj im. akademika I. E`. Grabarya. Katalog. M.: Sovet. xudozh., 1965. S. 53, 57.

4. Marfo-Mariinskaya obitel`... S. 65.

5. *Vzdornov G. I.* Ikona «Sobor arxangelov Mixaila i Gavriila» iz Velikogo Ustyuga // Soobshheniya VCzNILKR. 1971. Vy`p. 27. S. 141 – 162. Il. 1 – 6; On zhe. ΣΥΝΑΞΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΓΓΕΛΩΝ // Vizantijskij vremennik. 1971. T. 32. S. 157 – 183. Il. 1, 2.

6. *Vzdornov G. I.* Ikona «Sobor arxangelov Mixaila i Gavriila»... S. 158.

7. *Smirnova E`. S.* Ikony` Severo-Vostochnoj Rusi. Rostov, Vladimir, Kostroma, Murom, Ryazan`, Moskva, Vologodskij kraj, Dvina. Seredina XIII – seredina XIV veka. M.: Gos. in-t iskusstvoznaniya, 2004. S. 12, 33, 43–44, 46, 50, 120, 125, 138, 206–211. Kat. 5. Il. na s. 38, 39.

8. *Smirnova E`. S.* Ikonopis` i rukopisnaya miniatyura // Istoriya russkogo iskusstva. M.: Gos. in-t iskusstvoznaniya, 2018. T. 4: Iskusstvo serediny` XIII – serediny` XIV veka / Otv. red. E`. S. Smirnova. S. 216 – 221, 230, 245, 261, 278, 317. Il. 355 – 358.

9. *Smirnova E`. S.* Novgorodskaya zhivopis` vtoroj poloviny` XIII veka. Nekotory`e nablyudeniya // Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Iskusstvo i restavraciya. Velikij Novgorod: Novgorodskij muzej-zapovednik, 2011. Vy`p. 4. S. 113; *Puczko V. G.* Ikona Bogomateri Umilenie na prestole (Tolgsкая pervaya): problemy` ikonografii i stilya // XXVI Nauchny`e chteniya pamyati Iriny` Petrovny` Bolotcevoj (1944–1995): sb. st. Yaroslavl`: Yaroslavskij xudozhestv. muzej, 2022. S. 27. Il. 6.

10. Ustyug Velikij. Materialy` dlya istorii goroda XVII i XVIII stoletij. M.: Tip. M. N. Lаврова i К^о, 1883. S. 39.

11. RGIA. F. 834. Op. 3. D. 2527. L. 5. N° 17. 3.
12. *Vzdornov G. I. ΣΥΝΑΞΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΓΓΕΛΩΝ*. S. 157, primech. 2.
13. Tam zhe.
14. *Korenyuk Yu. O. Mozaïki Mixajlivs`kogo Zolotoverxogo soboru*. Kiiiv: VD «ADEF Ukraïna», 2013. Il. na s. 89.
15. Gosudarstvennaya Tret`yakovskaya galereya. Katalog sobraniya. T. 3: Drevnerusskaya zhivopis` X–XIII vekov. M.: b. i., 2020. S. 446. Il. 15. 15.

Список сокращений

ВУГИАХМЗ — Великоустюгский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник

ВХНРЦ — Всероссийский художественный научно-реставрационный центр имени академика И. Э. Грабаря

ГЦХРМ — Государственные центральные художественно-реставрационные мастерские

РГИА — Российский государственный исторический архив

Сведения об авторе

Пивоварова Надежда Валерьевна — кандидат искусствоведения; ФГБУК «Государственный Русский музей», ведущий научный сотрудник Отдела древнерусского искусства

Российская Федерация, 191186, г. Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 4

E-mail: nad-pivovarova@yandex.com

Pivovarova Nadezhda V. — Ph.D; State Russian Museum, Leading researcher, department of Ancient Russian Art

4, Inzhenernaya St., Saint-Petersburg, 191186, Russian Federation

E-mail: nad-pivovarova@yandex.com

Н. Л. Ребрикова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ «ЗЕЛЕННЫХ» БИОЦИДОВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИХ С ЖИВОПИСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В статье рассматривается зарубежный и отечественный опыт применения природных соединений (эфирных масел и их компонентов), а также смеси одного эфирного масла и гидролата другого эфирного масла для фунгицидной обработки живописных произведений. Представлены результаты исследования действия паров семи эфирных масел — укропного, мятного, шалфейного, фенхелевого, пихтового, лаврового, масла туи — и трех компонентов эфирных масел — терпинеола (содержится в померанцевом, камфорном масле), эвгенола (основной компонент гвоздичного масла), цитраля (содержится в лимонном эфирном масле) на развитие трех чистых культур грибов: *Penicillium chrysogenum* ЗТ, *Aspergillus niger* 2Т, *Ulocladium* sp. 2Б. Наиболее эффективными оказались эвгенол, цитраль, терпениол. Установлено, что эфирные масла и их компоненты обладают фунгицидным действием. На образцах живописных материалов показано действие паров эфирных масел на лаки и олифу сразу после обработки и после искусственного светового старения. В результате воздействия паров терпинеола, эвгенола и цитраля покрытия становятся липкими или матовыми. После искусственного старения заметно пожелтение обработанных образцов в сравнении с контролем. Выявленное взаимодействие эфирных масел с лаками и олифой не является ограничением для их использования в качестве фунгицидов, но его следует учитывать при проведении обработки живописных произведений.

Ключевые слова: микроскопические грибы, эфирные масла, компоненты эфирных масел, фунгицидная обработка, живописные произведения, защитные покрытия, искусственное старение.

N. L. Rebrikova

THE USE OF ESSENTIAL OILS AS "GREEN" BIOCIDES. THEIR INTERACTION WITH PAINTING MATERIALS

The article discusses foreign and domestic experience in the use of natural compounds (essential oils and their components), as well as a mixture of one essential oil and a hydrolate of another essential oil for fungicidal treatment of paintings. The results of a study of the effect of vapors of seven essential oils — dill oil, mint oil, sage oil, thuja oil, fennel oil, fir oil, bay oil and three components of essential oils — terpineol (contained in orange oil, camphor oil), eugenol (the main component of clove oil), citral (contained in lemon essential oil) on the development of three pure fungal cultures: *Penicillium chrysogenum* ЗТ, *Aspergillus niger* 2Т, *Ulocladium* sp. 2Б. Eugenol, citral, and terpeniol turned out to be the most effective. It has been established that essential oils and their components have a fungicidal effect. Samples of painting materials show the effect of essential oil vapors on varnishes and drying oil immediately after treatment and after artificial aging, yellowing of the treated samples is noticeable in comparison with the control. The revealed interaction of essential oils with varnishes and drying oil is not a limitation for their use as fungicides, but it should be taken into account when processing paintings.

Keywords: microscopic fungi, essential oils, essential oil components, fungicidal treatment, paintings, protective coatings, artificial aging.

Введение

В последнее время всё более широко предлагается использовать «зеленые» методы контроля микробиологических повреждений памятников. К недостаткам существующих химических методов удаления биообрастателей и контроля микробиологических повреждений относится их небезопасность по отношению к окружающей среде и людям, непродолжительность защитного действия, отрицательное влияние на материалы памятника, особенно при неоднократном применении, возможность модификации структуры биопленки, способствующей развитию более агрессивных биодеструкторов.

К дружественным методам очистки и контроля биоповреждений памятников по отношению к окружающей среде относят механическую расчистку, УФ-излучение, лазерную очистку и тепловой шок (но в некоторых случаях они небезопасны для материалов памятников) или использование более безопасных для окружающей среды и человека биоцидов природного происхождения, чем применяемые в настоящее время в практике консервации препараты. В качестве «зеленых» биоцидов предлагаются ферменты, например, хитиназа (которая в комплексе с другими ферментами разрушает клеточную стенку мицелия грибов); или комплекс ферментов (разрушающих внеклеточный матрикс биопленки, в который погружены клетки микроорганизмов); или пептиды, синтезируемые видами рода *Bacillus* (обладающие антибиотическим действием)¹.

Но особенно часто в качестве «зеленых» биоцидов предлагается использование эфирных масел², к недостаткам которых относится малая изученность их взаимодействия с материалами памятников. В Италии в 2021 году была проведена фунгицидная обработка картины «Тишина» Якопо Дзукки, написанной в середине XVI в. и находящейся в галерее Уффици, эмульсией, состоящей из смеси гидролата горького апельсина и эфирного масла коры коричневого дерева. Исследование воздействия эфирного масла и гидролата на физико-химические характеристики холста, грунта, красочного слоя образцов, приготовленных по старым технологиям, до и после старения не выявили изменений цвета и pH. Обработка «Тишины» путем разбрызгивания эмульсии со стороны холста также не вызвала изменений в состоянии сохранности картины³.

В работе египетских исследователей показано, что наибольшей антифунгальной активностью среди других испытанных эфирных масел обладают гвоздичное и камфорное масла. Исследователи считают, что камфорное масло имеет наибольший потенциал для использования. На образцах состаренной при 105°C в течение 357 часов масляной живописи на холсте никаких побочных эффектов обработка камфорным маслом не вызывала⁴. Следует отметить, что образцы масляной живописи не имели лакового покрытия.

Эфирные масла в виде паров или растворов уже используются или предлагаются в качестве биоцидов⁵. Но некоторые их свойства могут в некоторой степени ограничивать их (масел) применение для антимикробной обработки памятников. Природное «натуральное» соединение не обязательно означает, что оно нетоксичное и совершенно безвредное. В прошлом в музейной и консервационной практике в качестве биоцидного препарата широко применялся тимол. Тимол — натуральное производное фенола, содержится в эфирном масле тимьяна ползучего, от которого получил свое название. Он использовался в виде спиртовых растворов,

но чаще в виде паров в так называемых тимоловых камерах. В результате практического использования стало очевидным, что пары тимола размягчают лаки и смолы. Есть сведения, что тимол оказывал воздействие и на другие материалы. Пергамент после обработки парами тимола становится хрупким. Пары тимола небезопасны для человека, отрицательно действуют на связующее акварели, на железо-галловые чернила⁶.

Свойство эфирных масел взаимодействовать с защитными покрытиями для живописи используется в практике реставрации, лавандовое масло входит вместе с другими органическими растворителями в состав для удаления олифы. Известный растворитель скипидар — смесь терпенов и терпеноидов, получаемых из смол хвойных деревьев, — относится к эфирным маслам. Терпентинное масло (скипидар) — это разные эфирные масла, получаемые перегонкой живицы из сосны обыкновенной⁷. Для разбавления масляных и некоторых других красок и разбавления лаков применяется пинен. Это вещество с высокой растворяющей способностью представляет собой продукт ректификации скипидара живичного, при которой отделяются осмолившиеся части скипидара. Как и скипидар, это полностью натуральный продукт, получаемый из смолы сосны, только более тонкой очистки⁸. Пинен окисляется значительно меньше, чем скипидар, которым не рекомендуется пользоваться в живописи из-за склонности к пожелтению и осмолению.

В результате проведенных нами исследований было показано, что пары эфирных масел оказывают ингибирующее действие на развитие микроскопических (плесневых) грибов. Изучено действие паров следующих эфирных масел — укропного, мятного, шалфейного, фенхелевого, пихтового, лаврового, масла туи, терпинеола (содержится в померанцевом, камфорном масле), эвгенола (основной компонент гвоздичного масла), цитраля (содержится в лимонном эфирном масле).

Испытания проводили на трех чистых культурах грибов: *Penicillium chrysogenum* 3Т, *Aspergillus niger* 2Т, *Ulocladium* sp. 2Б. Наиболее высоким антигрибным действием обладают эвгенол, цитраль, терпениол. В концентрации 0,27 г/л эвгенол проявил себя как фунгистатик в отношении всех трех тест-культур и фунгицидное действие в отношении *Aspergillus niger* 2Т и *Ulocladium* sp. 2Б. При увеличении концентрации до 0,54 г/л спорицидное действие было достигнуто и в отношении *Penicillium chrysogenum* 3Т. Ингибирующее действие на развитие микроскопических грибов оказывают и пары органических растворителей. В концентрации 1 г/л пары этилового спирта вызывали гибель конидий *Cladosporium sphaerospermum*, оказывали фунгицидное действие.

Методы

Эфирные масла, а также входящие в их состав компоненты совмещаются с растворителями, используемыми в процессе реставрации живописи. Одновременно они являются растворителями жиров, масел, смол. Проведено исследование действия паров компонентов эфирных масел на материалы станковой живописи, прежде всего на защитные покрытия. Образцы масляной и темперной живописи подвергались воздействию паров компонентов эфирных масел, пинена и этилового спирта в концентрации 0,8 г/л в течение 19 дней. После обработки компонентами эфирных масел и парами растворителей образцы подвергали искусственному

старению под УФ-лампой ПРК-7 (расстояние от источника УФ-облучения до образцов 50 см) в течение 30 часов. Часть образцов после старения представлена на *ил. 1–4*.

Результаты

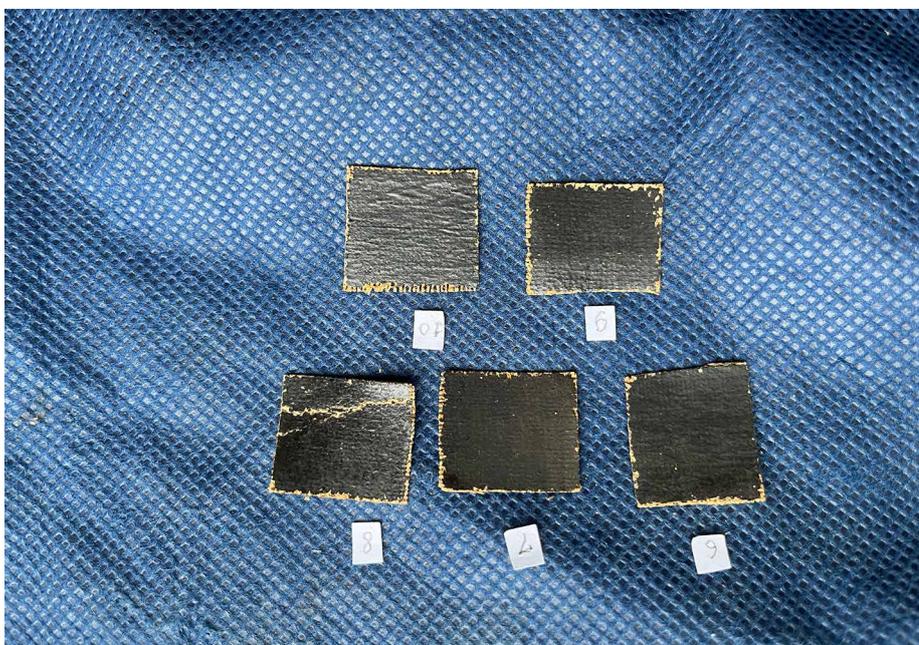
Под воздействием паров этилового спирта наблюдалось коробление образцов масляной живописи на холсте (середины XX и XIX в.). Пары пинена увеличили блеск лака на масляной живописи XX века. Терпинеол, эвгенол и цитраль вызывали размягчение олифы и уменьшение ее блеска, размягчение лака и даже, в некоторых случаях, делали лак липким (масляная живопись на холсте, XX в.). Наиболее сильное размягчение лаковых покрытий происходило под действием паров эвгенола, в результате обработки его парами покрытия становятся липкими или матовыми.

Компоненты эфирных масел оказывали воздействие на лаки и олифу, в некоторых случаях на грунт и красочный слой. Все образцы масляной живописи середины XX века, обработанные парами компонентов эфирных масел, пожелтели после искусственного старения (*ил. 1*). Это связано с тем, что в результате взаимодействия лака с эфирными маслами они частично остаются в составе лакового покрытия и окисляются под воздействием УФ-излучения. Особенно сильное пожелтение образцов после искусственного старения наблюдалось при обработке парами эвгенола. Это произошло вследствие окисления остаточных количеств биоцида. В результате обработки образцов масляной живописи парами эвгенола и последующего светового старения лаковое покрытие стало матовым (*ил. 2*), как и после обработки парами тимола (на фото образец не представлен). На образцах темперной живописи изменений защитного покрытия (олифа) после обработки компонентами эфирных масел и растворителями не выявлено (*ил. 3*), покрытие стало матовым только после обработки парами тимола (на фото образец не представлен). После обработки образцов клее-мелового грунта XIX в. парами растворителей и компонентами эфирных масел произошло только пожелтение образца, обработанного парами эвгенола (*ил. 4*).

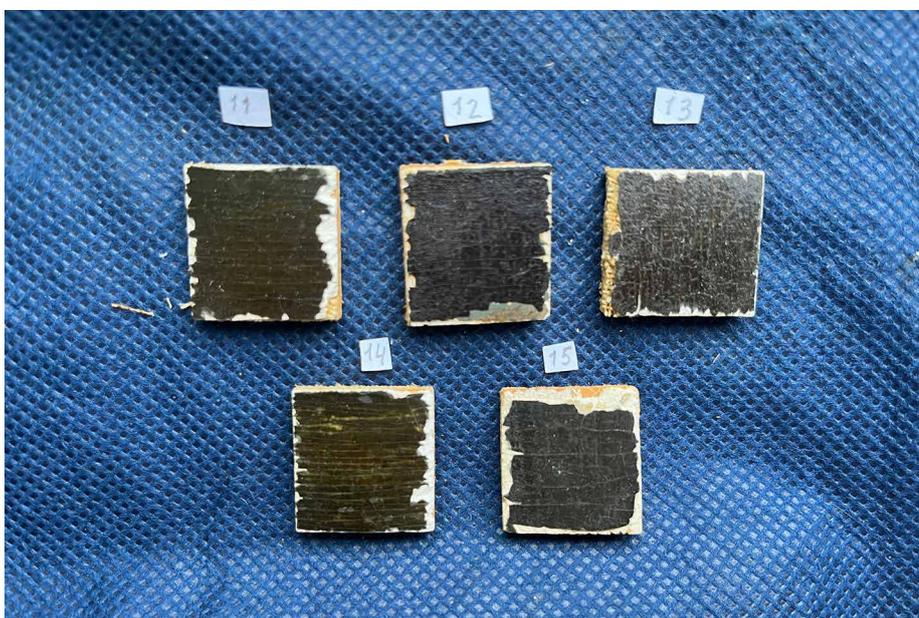


Ил. 1.

Образцы масляной живописи середины XX в. после обработки парами растворителей, компонентами эфирных масел и 30-часового старения: 1 — спирт; 2 — эвгенол; 3 — терпинеол; 4 — пинен; 5 — цитраль



Ил. 2.
 Образцы масляной живописи XIX в. после обработки парами растворителей, компонентами эфирных масел и 30-часового старения: 6 — спирт; 7 — эвгенол; 8 — терпинеол; 9 — пинен; 10 — цитраль



Ил. 3.
 Образцы темперной живописи XIX в. после обработки парами растворителей, компонентами эфирных масел и 30-часового старения: 11 — спирт; 12 — эвгенол; 13 — терпинеол; 14 — пинен; 15 — цитраль



Ил. 4.
 Образцы клее-мелового грунта XIX в. после обработки парами растворителей, компонентами эфирных масел и 30-часового старения: 16 — спирт; 17 — эвгенол; 18 — терпинеол; 19 — пинен; 20 — цитраль

Отсутствие воздействия на физико-химические характеристики экспериментальных образцов живописи и на материалы картины эпохи Возрождения в работе итальянских исследователей объясняется двумя причинами. На приготовленных образцах не было лака, а это основной материал, на который, будучи растворителями, оказывают воздействия эфирные масла. Вторая причина для обработки картины — была использована смесь эфирного масла и гидролата; гидролаты не обладают свойствами органических растворителей, смесь наносилась со стороны оборота.

Все испытанные нами эфирные масла оказывали ингибирующее действие на рост микроскопических грибов. Пары компонентов эфирных масел — эвгенола, цитраля, терпинеола — обладают наиболее высокой фунгицидной активностью. При этом они дружелюбны по отношению к людям и окружающей среде. Однако при использовании их в музеях следует учитывать, что, будучи растворителями, они даже в парообразном состоянии (в фунгицидных и более высоких концентрациях) могут оказать воздействие на лаки, олифу и быть причиной их пожелтения вследствие окисления остаточных количеств эфирных масел. Эвгенол (основной компонент гвоздичного масла) вызывает пожелтение клее-мелового грунта.

Заключение

Показано, что пары компонентов эфирных масел (эвгенол, цитраль, терпенеол) в сравнении с другими эфирными маслами и их компонентами наиболее эффективно подавляют развитие микромицетов. При применении их в качестве антимикробных средств в музейной практике следует учитывать, что они взаимодействуют с лаками, олифой и в некоторых случаях — с красочным слоем масляной живописи и могут вызвать их размягчение и пожелтение.

Примечания

1 *Cappitelli F., Villa F.* Novel Antibiofilm Non-Biocidal Strategies // *Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage*. Chap. 5, p. 117 – 136. ISBN 978-3-030-69410-4 ISBN 978-3-030-69411-1 (eBook). — URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69411-1> (дата обращения: 20.08.2024).

2 *Palla F. et al.* Essential Oils as Natural Biocides in Conservation of Cultural Heritage / F. Palla, M. Bruno, F. Mercurio, A. Tantillo, V. Rotolo // *Molecules*. 2020. Feb. N 25 (3). P. 730. Published online 2020 Feb 7. — URL: <https://doi.org/10.3390//molecules25030730> (дата обращения: 22.08.2024).

3 *Minotti D. et. al.* Il Silenzio. The First Renaissance Oil Painting on Canvas from the Uffizi Museum Restored with a Safe, Green Antimicrobial Emulsion Based on Citrus aurantium var. amara Hydrolate and Cinnamomum zeylanicum Essential Oil / D. Minotti, L. Vergari, M. R. Proto, L. Barbanti, S. Garzoli, F. Bugli, M. Sanguinetti, L. Sabatini, A. Peduzzi, R. Rosato, M. Bellardi, P. Mattarelli, D. De Luca, M. Di Vito // *J. Fungi*. 2022, N 8. P. 140. — URL: <https://doi.org/10.3390/jof8020140> (дата обращения: 18.04.2024).

4 *Elsayed Y., Shabana Y.* The effect of some essential oils on *Aspergillus niger* and *Alternaria alternata* infestation in archaeological oil paintings // *Mediterranean Archeology and Archeometry*. 2018. V. 18, n. 3. P. 71 – 87. — DOI: 10.5281/zenodo.1461616

5 *Borrego S., Valdes O., Vivar I. et al.* Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Cuban and Argentine documentary heritage // *ISRN Microbiol* 2012:826786. doi:10.5402/2012/826786.

6 *Holben Ellis M.* The care of prints and drawings. Geneva. Altamira Press, 1995. — 246 p.; *Isbell L. H.* The effects of thymol on paper, pigments, and media // *Abbey Newsletter*. 1997. N 21. P. 39 – 43.

7 Скипидар // Википедия [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 25.08.2024).

8 Разбавитель № 4 пинен для масляных красок Невская палитра // Художественные магазины Арт-Квартал [сайт]. — URL: <https://artkvartal.ru/catalog/product/razbavitel-4-pinen-dlya-maslyanykh-krasok-nevskaya-palitra-220-ml/> (дата обращения: 25.08.2024).

1 *Cappitelli F., Villa F.* Novel Antibiofilm Non-Biocidal Strategies // *Microorganisms in the Deterioration and Preservation of Cultural Heritage*. Chap. 5, p. 117 – 136. ISBN 978-3-030-69410-4 ISBN 978-3-030-69411-1 (eBook). — URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69411-1> (data obrashheniya: 20.08.2024).

2 *Palla F. et al.* Essential Oils as Natural Biocides in Conservation of Cultural Heritage / F. Palla, M. Bruno, F. Mercurio, A. Tantillo, V. Rotolo // *Molecules*. 2020. Feb. N 25 (3). P. 730. Published online 2020 Feb 7. — URL: <https://doi.org/10.3390/molecules25030730> (data obrashheniya: 22.08.2024).

3 *Minotti D. et. al.* Il Silenzio. The First Renaissance Oil Painting on Canvas from the Uffizi Museum Restored with a Safe, Green Antimicrobial Emulsion Based on Citrus aurantium var. amara Hydrolate and Cinnamomum zeylanicum Essential Oil / D. Minotti, L. Vergari, M. R. Proto, L. Barbanti, S. Garzoli, F. Bugli, M. Sanguinetti, L. Sabatini, A. Peduzzi, R. Rosato, M. Bellardi, P. Mattarelli, D. De Luca, M. Di Vito // *J. Fungi*. 2022, N 8. P. 140. — URL: <https://doi.org/10.3390/jof8020140> (data obrashheniya: 18.04.2024).

4 *Elsayed Y., Shabana Y.* The effect of some essential oils on *Aspergillus niger* and *Alternaria alternate* infestation in archaeological oil paintings // *Mediterranean Archeology and Archeometry*. 2018. V. 18, n. 3. P. 71 – 87. — DOI: 10.5281/zenodo.1461616

5 *Borrego S., Valdes O., Vivar I. et al.* Essential oils of plants as biocides against microorganisms isolated from Cuban and Argentine documentary heritage // *ISRN Microbiol* 2012:826786. doi:10.5402/2012/826786.

6 *Holben Ellis M.* The care of prints and drawings. Geneva. Altamira Press, 1995. — 246 p.; *Isbell L. H.* The effects of thymol on paper, pigments, and media // *Abbey Newsletter*. 1997. N 21. P. 39 – 43.

7 Скипидар // Википедия [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (data obrashheniya: 25.08.2024).

8 Разбавитель № 4 пинен для масляных красок Невская палитра // Художественные магазины Арт-Квартал [сайт]. — URL: <https://artkvartal.ru/catalog/product/razbavitel-4-pinen-dlya-maslyanykh-krasok-nevskaya-palitra-220-ml/> (data obrashheniya: 25.08.2024).

Сведения об авторе

Ребрикова Наталия Львовна — кандидат биологических наук; ФГБНИУ «ГОСНИИР», заведующий лабораторией биологических исследований
Российская Федерация, 107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
E-mail: nrebrikova@rambler.ru

Rebrikova Nataliya L. — Candidate of Biological Sciences; The State Research Institute for Restoration, Head of the Biological Laboratory
44-1, Gastello str., Moscow, 107014, Russian Federation
E-mail: nrebrikova@rambler.ru

Научное издание

**Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.**

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ № ФС77-82901

от 14.03.2022 г.

ISSN 2782-5027

Подписано в печать 28.12.2024 г.

Федеральное государственное бюджетное
научно-исследовательское учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт реставрации»
107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
e-mail: journal@gosniir.ru
Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>