

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

№1 2025

МОСКВА 2025

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 1 2025

MOSCOW 2025

**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](mailto: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», 2025

© Авторы статей, 2025

**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](mailto: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

# СОДЕРЖАНИЕ

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-7-20

**Ермакова Н. В.**

Факторы, влияющие на сохранность  
музейных предметов из химических волокон

7

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-21-36

**Ипполитов С. С.**

Деструкция цифрового наследия:  
искусственный интеллект в культуре и образовании

21

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-37-60

**Райбац Ю. Д.**

Серия картин с образом преподобного Иринарха Затворника  
из собрания Государственного музея-заповедника «Ростовский кремль»  
и Борисоглебского музея «Дом крестьянина Ёлкина»

37

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-61-72

**Терехина Д. К., Бережная М. С.**

Методика реставрации иконы «Явление святых первоверховных апостолов  
Петра и Павла преподобному Петру, царевичу Ордынскому» конца XVII века  
из фонда государственного Ростово-Ярославского архитектурно-  
художественного музея-заповедника

61

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-73-87

**Фазлуллин С. М.**

Проблема изучения и сохранения предметов  
музейных коллекций из полимерных материалов.

Часть 1

73

# CONTENTS

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-7-20

**Ermakova N. V.**

Factors affecting for the safety of museum objects made of chemical fibers 7

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-21-36

**Ippolitov S. S.**

Destruction of digital heritage: artificial intelligence in culture and education 21

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-37-60

**Raibats Y. D.**

The series of paintings with the image of the Saint Irinarch Zatvornik from the collection of the State museum-reserve "Rostov kremlin" and Borisoglebsk museum "The house of peasant Yolkin" 37

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-61-72

**Terekhina D. K., Berezhnaya M. S.**

The method of restoration of the icon "The Apparition of the Holy First-Faithful Apostles Peter and Paul to the reverend Peter the Tsarevich of Horde" of the end of the XVII century from the fund of the State Rostov-Yaroslavl Architectural and Art Museum-Reserve 61

DOI: 10.24412/2782-5027-2025-1-73-87

**Fazlullin S. M.**

The problem of studying and preserving museum collections made of polymer materials. Part 1 73

**Н. В. Ермакова**

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОХРАННОСТЬ МУЗЕЙНЫХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН**

В статье рассматриваются основные причины деградации искусственных и синтетических материалов (тканых и нетканых), входящих в структуру экспонатов из коллекций произведений декоративно-прикладного искусства, и предметов, связанных с развитием науки и техники. Среди них есть предметы повседневной и спортивной одежды, образцы высокой моды, обувь, защитные костюмы, предметы интерьера (мебель, шпалеры, гардины), произведения современного искусства, игрушки. Они наглядно отражают развитие технологий и имеют важное значение для материаловедения, истории искусства, истории дизайна. Как показало анкетирование, проведенное в художественных, исторических, краеведческих, мемориальных и других отечественных музеях, основными проблемами сохранности экспонатов этой группы являются утрата формы и эластичности, охрупчивание, расслаивание, изменение цвета, появление пятен на поверхности, сечения, разрывы, липкая поверхность. Анализ причин нестабильности искусственных и синтетических материалов позволил установить, что факторы, влияющие на их сохранность, связаны с внутренним строением материалов (степенью ориентации полимеров, длиной цепи, кристалличностью) и процессами их производства, при этом скорость деградации во многом определяется внешними факторами, такими как свет, температура, влажность, содержание кислорода в воздухе, биологическое воздействие. Проведенный анализ должен способствовать разработке методик консервации экспонатов с химическими волокнами, а также определить оптимальные реставрационные материалы и операции, которые помогут продлить срок нахождения музейных предметов в коллекциях.

*Ключевые слова:* музейные предметы, искусственные волокна, синтетические волокна, деградация, степень ориентации полимеров, кристалличность, консервация.

**N. V. Ermakova**

## **FACTORS AFFECTING FOR THE SAFETY OF MUSEUM OBJECTS MADE OF CHEMICAL FIBERS**

The article discusses the main causes of degradation of regenerated and synthetic materials (woven and non-woven) included in the structure of museum objects from the collections of decorative and applied arts, the history of science and technology. Among exhibits of this group are objects of casual and sportswear, high fashion samples, shoes, protective suits, interior items (furniture, tapestries, curtains), works of modern art, toys. These artifacts visually reflect the development of technology and are important for materials science, art history, and design history. As the survey conducted in art, historical, local history, memorial and other domestic museums showed, the main problems of preservation of exhibits of this group are loss of shape and elasticity, embrittlement, delaminating, color change, the appearance of spots on the surface, splits, tears, sticky surface. The analysis of the causes of instability of regenerated and synthetic materials allowed us to establish that the factors affecting their safety are related to the internal structure of materials (degree of orientation of polymers, chain length, crystallinity) and their production processes, at the same time, the rate of degradation is largely determined by external factors such as light, temperature, humidity, oxygen content in the air and biological influence. The analysis carried out should contribute to the development of methods for the conservation of exhibits with chemical fibers, as well as determine the optimal restoration materials and operations that will help extend their stay in museum collections. The analysis carried out should contribute to the development of methods for the conservation of exhibits with chemical fibers in their structure, as well as determine the optimal restoration materials and operations that will help extend their stay in museum collections.

*Keywords:* museum items, regenerated fibers, synthetic fibers, degradation, degree of orientation of polymers, crystallinity, conservation.

Актуальность темы обусловлена наличием в отечественных музеях значительного количества экспонатов, которые имеют в своей структуре искусственные и синтетические материалы (тканые и нетканые). К сожалению, хранители отмечают, что экспонаты этой группы (повседневная одежда, образцы высокой моды, защитные костюмы, обувь, аксессуары, предметы интерьера, игрушки) разрушаются «драматично и очень быстро»<sup>1</sup>. Перед хранителями музейных коллекций и реставраторами стоит важная задача: сохранить предметы, которые «как исторические документы» наглядно отражают развитие технологий<sup>2</sup> и имеют важное значение не только для материаловедения, но и «для понимания истории искусства и истории дизайна»<sup>3</sup>.

Как известно, в течение столетий некоторые натуральные текстильные волокна, например шелк, ценились на вес золота, поэтому в области производства тканей долгие годы шелк был поиском способа получения искусственной нити, способной его заменить. Однако самыми ранними искусственными материалами стали не волокна, а пластмассы, имитирующие дорогие натуральные материалы: слоновую кость, жемчуг, коралл, панцирь черепахи, гагат, мрамор, оникс. Именно в этом качестве пластик из нитрата целлюлозы часто присутствует в музейных коллекциях моды, искусства, технологий, социальной сферы и даже естественной истории. До 1960-х годов он использовался в широком ассортименте товаров для дома, декоративных изделий и промышленных деталей (расчесок, конструктивистских скульптур, деталей для самолетов и автомобилей, перламутровых корпусов и отделки для аккордеонов и других музыкальных инструментов, мячей для настольного тенниса)<sup>4</sup>.

В 1841 г. *Louis Schwabe*, работавший на Манчестерской мануфактуре, описал процесс экструзии (продавливание эластичной и вязкой массы сквозь тонкие отверстия-фильеры), с помощью которого, после застывания на воздухе, получалась тонкая нить, похожая на шелк. Другой способ получения искусственной нити предложил в 1855 г. швейцарский химик *George Audemars*, получивший английский патент на искусственный шелк. Он окунал иглу в кашицу из внутренней коры тутового дерева и смолы, а затем поднимал иглу, вытягивая нить, застывавшую на воздухе, но этот способ был ближе к научному эксперименту, чем к промышленному производству. Примерно в то же время английскому изобретателю *Joseph Swan* удалось получить методом экструзии искусственную шелковую нить из раствора нитроцеллюлозы в уксусной кислоте. Из волокон, имитирующих натуральные нити, дочери изобретателя соткали скатерти, экспонировавшиеся на выставке 1885 г. как «искусственный шелк». В 1890-е годы французский инженер *Hilaire de Chardonnet* наладил первое промышленное производство волокон искусственного шелка, получаемого в результате обработки целлюлозы азотной кислотой. В 1893 г. *C. F. Cross*, *E. J. Bevan* и *C. Beadle* предложили способ получения искусственного шелка из водно-щелочных растворов ксантогената целлюлозы (натриевой соли целлюлозоксантогеновой кислоты — сложного кислого эфира целлюлозы и дитиоугольной кислоты). Полученную этим способом нить они называли «вискоид» (от лат. *viscosus* – клейкий, вязкий). Промышленный выпуск вискозных нитей начался в Великобритании в 1905 г., а в России первый завод по производству вискозных волокон появился в 1909 г. в Мытищах<sup>5</sup>. В первой четверти XX в. регенерированные из целлюлозы волокна нашли применение при производстве не только бытового текстиля, но и эксклюзивных тканей, что ознаменовало большие перемены в текстильной промышленности.

Первоначально химические нити рассматривались в качестве дешевого заменителя натуральных волокон. Однако в 1930-е годы, в результате освоения технологий производства синтетических волокон, область применения химических нитей значительно расширилась, так как свойства тканей, выработанных из них, позволяли изготавливать спецодежду, защитные костюмы, использовать в качестве каркасов резиновых изделий. Среди новых востребованных материалов оказались ткани из поливинилхлоридного (ПВХ) волокна, технология выпуска которого была освоена в 1932 году в Германии. Волокна ПВХ обладали высокой прочностью, свето- и химической стойкостью, очень низкой тепло- и электропроводностью, биоустойчивостью. С 1935 г. американская компания *DuPont* вела разработки синтеза полимеров. Ее специалистам удалось синтезировать полиамидное волокно, получившее название «нейлон» («найлон»). Волокно было устойчиво к воздействию микроорганизмов, обладало высокой прочностью, эластичностью, тепло-, морозо-, влаго-, масло-, бензо- и износостойкостью, а также низкой гигроскопичностью. Материал стал широко применяться при изготовлении чулочно-носочных изделий, производстве фильтров, канатов, в качестве кордных нитей для шин и других резинотехнических изделий. Кроме того, компания *DuPont* разработала технологии создания искусственной кожи, целлофана, синтетического каучука<sup>6</sup>.

В СССР в 1928 – 1932 гг. были построены первые заводы по выработке вискозного волокна, а к 1940 году «в промышленном масштабе» был налажен выпуск ацетатных, капроновых, лавсановых, нитроновых волокон<sup>7</sup>.

С середины XX в. интенсивное развитие технологий позволило получать волокна, свойства которых направленно изменялись благодаря физическому, химическому и/или биологическому воздействиям: варьировались условия вытягивания и термообработки, вводились биологически активные препараты, соединения тяжелых металлов и/или другие добавки, регулировались размеры фибрилл, степени ориентации полимеров. Химические волокна как сырьевая база для текстильной промышленности использовались для выпуска однослойных тканей, тканей, покрытых полимерной пленкой, тканей с двухсторонним полимерным покрытием, трехслойных тканей со структурой текстиль-полимер-текстиль.

Ткани из синтетических волокон (полиамидных — капрон, полиэфирных — лавсан, полиуретановых — спандекс, полиакрилонитрильных — нитрон, поливинилхлоридных — хлорин, поливинилспиртовых — винол, полиолефиновых — полипропилен) востребованы при производстве спортивной одежды, защитных костюмов для экстремальных условий (для пожарных и водолазов, летчиков и космонавтов)<sup>8</sup>. В мире моды синтетические ткани ценились как материалы, «идеально воплощавшие дух "космической эры"», при этом внимание дизайнеров было сосредоточено на цвете в сочетании со значительной эластичностью и мягкостью изделий<sup>9</sup>. Ткани из ацетата, капрона, кримплена долгие годы считались более модными, чем выполненные из натуральных нитей. Кроме того, дизайнерами «активно использовались искусственная кожа и мех», «вспененная резина, или синтетический каучук»<sup>10</sup>.

К сожалению, искусственные и синтетические материалы оказались недолговечны. Основными проблемами сохранности экспонатов из них являются утрата формы и эластичности, охрупчивание, расслаивание, изменение цвета, появление пятен на поверхности, сечения, разрывы, липкая поверхность.

Значительную роль в деградации химических волокон играет их структура, образуемая в результате синтеза из множества различных компонентов с помощью сложных и агрессивных технологий, поэтому стабильность конечного продукта напрямую связана с производственными процессами. Например, реакционный раствор для производства нитратцеллюлозного пластика представляет собой сложную смесь целлюлозы, азотной кислоты, серной кислоты, воды, сульфатов целлюлозы, нитратов целлюлозы, сульфоновой кислоты и сложных эфиров нитросульфокислот, оксигидроцеллюлозы и гидроцеллюлозы, а физические свойства конечного продукта определяет степень нитрования гидроксильных групп целлюлозы (т. е. количество азота в цепочках полимера). Пластик, содержащий 10,5% азота, может быть использован для производства формованных пластмасс, а содержащий 11,5% — для производства пленок. Важную регулируемую роль на первом этапе создания пластика играет серная кислота, благодаря которой происходит реакция модификации полимера с образованием сложных эфиров сульфата целлюлозы, которые затем заменяются нитратами. На качество нитратцеллюлозы влияет этап удаления остаточных количеств серной кислоты и сульфатов. В стабильных пластмассах общее содержание сульфатов составляет менее 0,1%, в то время как в нестабильных — от 0,8 до 0,99% свободного сульфата и от 0,24 до 0,63% сульфата целлюлозы. Не удаленная на этапе промывки серная кислота разрушает целлюлозную полимерную основу пластика, а сульфатные эфиры могут образовывать свободные кислоты и катализировать разложение пластика, поэтому он быстро деградирует с появлением деформации, желтизны или коричневой окраски<sup>11</sup>.

Существенное влияние на скорость деградации оказывают красители и процессы окрашивания, антистатические добавки и отделочные материалы<sup>12</sup>. Так, под действием пластификаторов нитроцеллюлозный полимер разрушается, однако добавка в массу нитрата целлюлозы оксида цинка, карбоната цинка или карбоната кальция (для имитации слоновой кости и других непрозрачных материалов) повышает его стабильность<sup>13</sup>.

Хранители и реставраторы отмечают, что искусственные и синтетические волокна относительно более устойчивы по сравнению с пластмассами и пленками, хотя музейные предметы из них имеют такие эффекты старения, как пожелтение, низкая прочность во влажном состоянии. Только в редких случаях синтетические или регенерированные волокна разрушаются до полной потери структурной целостности, особенно когда в одном объекте химические волокна смешаны с натуральными нитями. На механические свойства волокон (прочность, растяжение, гибкость), а также на их химическую и биологическую стойкость влияют такие фундаментальные и взаимосвязанные свойства полимера, как ориентация, длина цепи и кристалличность<sup>14</sup>. Например, стабильность химических нитей можно улучшить, повысив их кристалличность. В случае натуральных волокон соотношение кристаллических и аморфных областей контролируется природой, а при изготовлении искусственных и синтетических волокон это соотношение можно регулировать в процессе растяжения (вытягивания, волочения) экструдированной нити на завершающем этапе производства. Так, растяжение нейлонового волокна производят в холодном состоянии до тех пор, пока не будет достигнута точка, в которой оно начинает сопротивляться дальнейшему удлинению; при этом длина волокна увеличивается в несколько раз по сравнению с первоначальной. После растяжения нейлоновая нить не имеет тенденции к возвращению в первоначальное состояние. Растяжение приводит к выравниванию молекул в аморфных областях нити, в результате чего нейлон становится высококристаллическим волокном (65–85%

волокна представляют собой кристаллические области). Молекулы полимера, выстроившиеся вдоль продольной оси волокна, образуют множество вторичных (преимущественно водородных) связей, что увеличивает его прочность<sup>15</sup>.

На сохранность искусственных и синтетических материалов влияют многие внешние факторы. Воздействие света, кислорода, температуры ослабляет связи между повторяющимися звеньями из углерода, водорода и других элементов в полимерах.

Под воздействием света происходит нарушение морфологии химических нитей, что проявляется в утрате прочности, появлении липкой поверхности, пожелтении<sup>16</sup>. Желтизна на экспонатах говорит о начавшемся процессе деградации волокон. В заполненных хранителями музеев анкетах желтизна отмечена на многих экспонатах из капрона, поролона и других синтетических материалов. Например, в Российском этнографическом музее (Санкт-Петербург) пожелтение выявлено на сшитых из капрона свадебном платье (инв. № 7563-10/1; *ил. 1*) и покрывале невесты (инв. № 7669-9), а также на поролоновых элементах знамени адыгейцев (инв. № 12393-2; *ил. 2*). Желтизна и коричневые пятна искажают экспозиционный вид синтетической термостойкой ткани скафандра В. Н. Кубасова (Владими́ро-Суздальский музей-заповедник, инв. № В-24943; *ил. 3*). Желтизна отмечена сотрудниками Музея-заповедника истории Дальнего Востока (Владивосток) на синтетических пленках, из которых выполнены вымпелы (инв. № МПК 9242/26 (*ил. 4*) и еще 4 экспоната).



**Ил. 1.**

Платье свадебное. Чеченцы. 1960-е гг. Капрон, шелк. *Российский этнографический музей*. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=32395402> (дата обращения 20.12.2024)



**Ил. 2.**

Ореховое знамя. Адыгейцы. Конец XX в. Дерево, поролон. *Российский этнографический музей*. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=53116281> (дата обращения 20.12.2024)



**Ил. 3 (слева).**

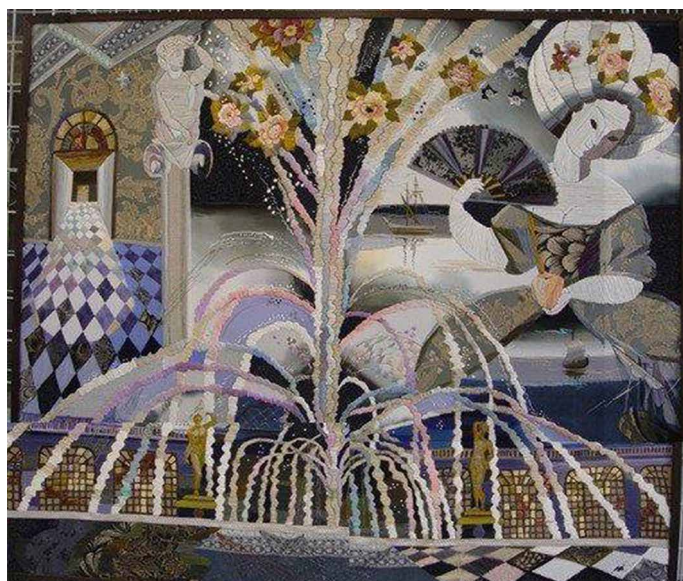
Скафандр Кубасова В. Н. 1975 г.  
Ткань синтетическая, трикотаж синтетический, резина, пластмасса, шнур, ткань хлопчатобумажная, металл. *Государственный Владимиро-Суздальский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник.* — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=1520607>  
(дата обращения 20.12.2024)

**Ил. 4 (справа).**

Вымпел. 1970-е гг. Клеенка. *Государственный объединенный музей-заповедник истории Дальнего Востока имени В. К. Арсеньева.* — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=51931302>  
(дата обращения 21.12.2024)

Исследования, проведенные специалистами *Heriot-Watt University (Edinburgh)*, показали, что фотодegradация окрашенного нейлона происходит быстрее, чем неокрашенного, при этом скорость деградации зависит от природы красителя. Например, молекулы кислотного красителя поглощают излучение, а затем фотоактивированный краситель выделяет водород из полимерных цепей нейлона, создавая в полимере центр свободных радикалов, подвергаемый воздействию кислорода обычным способом, что приводит к ускорению фотодegradации волокон<sup>17</sup>.

В результате пересыхания химических волокон они могут стать хрупкими, что будет способствовать возникновению разрывов. Например, эта проблема отмечена на синтетическом кружеве театрального платья, созданного по эскизу А. Н. Бенуа (инв. № ПДМП 1906-тк; ил. 5), и панно «Монплеизир» (инв. № ПДМП 1088-тк; ил. 6) из музея-заповедника «Петергоф».



**Ил. 5 (слева).**

Платье театральное по эскизу А. Н. Бенуа. 1940–1942 гг. Париж. Атлас, репс, ткань х/б, шелк, кружево, металл. *Государственный музей-заповедник «Петергоф»*. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=11093674> (дата обращения 21.12.2024)

**Ил. 6 (справа).**

Панно «Монплеизир». М. С. Принцева. 1994 г. С.-Петербург. Холст, шелк, клей. 125 × 147 см. *Государственный музей-заповедник «Петергоф»*. — URL: <https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=4348266> (дата обращения 21.12.2024)

В Государственном музее-заповеднике М. А. Шолохова пересыхание прорезиненного слоя на ткани плаща (инв. № КП-4883/4) привело к потере формы экспоната, пожелтению материала и появлению на нем коричневых пятен.

На сохранность предметов из химических волокон отрицательно влияет не только пониженная, но и повышенная влажность. Выполненное английскими специалистами сравнение характеристик регенерированных протеиновых волокон после искусственного старения в нормальных условиях и при повышенной влажности показало заметное снижение прочности во втором случае. Исследователи предположили, что низкие механические характеристики и повышенная восприимчивость к увлажнению у регенерированных белковых волокон может быть связана с низкой степенью кристалличности<sup>18</sup>.

Важную роль в деградации химических волокон играет температурный режим. Например, повышение температуры снижает эластичность волокон полипропилена, изменяет их цвет, ведет к образованию трещин на поверхности. При низких температурах фотоокисление волокон полипропилена незначительно. При отсутствии кислорода полипропилен устойчив к нагреванию, однако присутствие кислорода в воздухе и воздействие ультрафиолетового излучения инициирует расщепление полипропиленовой цепи, сшивание и образование полярных групп, таких как пероксиды, кислоты, кетоны и альдегиды, а наличие в полипропилене металлических загрязнений (например, меди), ускоряет термическое окисление и приводит к распаду гидропероксидов и более высокой концентрации вредных радикалов в полимере<sup>19</sup>.

По мнению специалистов *The Victoria and Albert Museum*, разложение химических волокон особенно неблагоприятно проявляется при окислении полиэфирполиуретанов, а основной причиной их разложения является гидролиз. Эти два фактора приводят к реакциям на связях внутри полимера, таких как уретановые, сложноэфирные, эфирные и амидные группы, вызывая разрыв цепи, что способствует физическим изменениям: обесцвечиванию и потере механических свойств, а это, в свою очередь, приводит к ухудшению способности восстанавливаться после деформации с последующим изменением формы и потерей структуры и, в конечном счете, к разрушению материала<sup>20</sup>.

Специалисты Института биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова и Казанского национального исследовательского технологического университета изучили проблемы сохранности искусственных и синтетических волокон, уделив основное внимание влиянию на их деградацию биологических факторов. Было установлено, что биостойкость вискозных волокон «невысока — многие целлюлозолитические микроорганизмы способны их разрушать», а отдельные виды плесневых грибов в течение месяца вызывают их полное разрушение. Ацетатные волокна оказались более стойкими к повреждающему действию целлюлозолитических ферментов бактерий и микроскопических грибов, так как они имеют в макромолекулах боковые ацетатные группы, препятствующие взаимодействию макромолекул с ферментами. Искусственные волокна из бамбука обладают «антимикробными свойствами за счет присутствия в волокне вещества "бамбоккан"». Синтетические волокна, «будучи для микроорганизмов инородным субстратом, повреждаются ими труднее», однако микроорганизмы «способны заселять синтетические ткани и утилизировать их углерод в процессе развития». Например, грибы из рода *Trichoderma*

«на начальных стадиях развиваются за счет замасливателей и аппретов, не повреждая волокна, а затем опутывают их мицелием, разрыхляют нити и тем самым снижают прочность тканей». Исследователи пришли к заключению, что весь процесс воздействия микроорганизмов на синтетическое волокно «можно условно разделить на несколько этапов: прикрепление к волокну; рост и размножение на волокне; использование его в качестве источника питания и энергии», при этом скорость процессов деструкции зависит от физического состояния волокна (наличия трещин, сколов, вмятин) и его химической неоднородности: «синтетические волокна с менее упорядоченной структурой, с большим содержанием олигомеров отличаются меньшей устойчивостью к микроорганизмам, чем волокна с хорошо организованной структурой и меньшим содержанием низкомолекулярных соединений»<sup>21</sup>.

Отрицательно влияет на сохранность текстильных объектов покрытие их антипиренами. К такому выводу пришли специалисты Отдела научных исследований в области консервации при Совете по национальному наследию Швеции, проанализировавшие сохранность штор и других произведений декоративного искусства из государственных учреждений. Для достижения высокого уровня противопожарной безопасности эти изделия, изготовленные специально для театров, конференц-залов и других общественных мест, проходят обработку антипиренами. В результате проведенного исследования было установлено, что антипирены, содержащие неорганические водорастворимые соли и/или органические соединения фосфора или азота, отрицательно воздействуют на текстильные материалы. Антипирены ослабляют материал, снижают его рН и делают более чувствительным к свету и влажности. Кроме того, антипирены добавляют вес объектам, особенно при повышенной влажности, поскольку соль притягивает влагу, а дополнительный вес приводит к увеличению механических нагрузок на вертикально расположенный текстиль<sup>22</sup>.

Некоторые синтетические материалы, входящие в структуру экспонатов, представляют опасность для других музейных предметов, хранящихся рядом с ними. Например, деградирующий пенопласт выделяет летучие соединения, которые могут привести к порче экспонатов, хранящихся поблизости<sup>23</sup>.

Добавляемые в полиуретановые волокна антиоксиданты повышают их устойчивость к окислительному старению, но эти добавки могут мигрировать из нитей и вызвать пожелтение окружающих текстильных волокон, особенно целлюлозных<sup>24</sup>.

Режим хранения и консервационно-реставрационные операции для экспонатов, в структуре которых присутствуют химические волокна, должны определяться только после точной идентификации материалов. Некачественно выполненное пререставрационное исследование может привести к неверно выбранному температурно-влажностному режиму обработки, что ухудшит сохранность экспоната. Примером отрицательного влияния на сохранность синтетических волокон является принятое решение по устранению молевого заражения гобелена *"The Knot"* («Узел») из коллекции Нидерландского института культурного наследия (Амстердам). После нахождения гобелена в морозильной камере с температурой  $-20^{\circ}\text{C}$  синтетические волокна гобелена стали хрупкими<sup>25</sup>.

В музейных собраниях для сохранения экспонатов химических волокон можно обеспечить благоприятные условия влажности, температуры, светового воздействия, однако необходимо помнить, что создать идеальные условия их хранения

практически невозможно, так как синтетические материалы деградируют под воздействием кислорода<sup>26</sup>.

Обращение к опыту зарубежных специалистов позволило установить, что многие реставраторы, хранители коллекций и научные сотрудники, изучающие культурное наследие, нуждаются в разработке ориентиров, которые смогли бы помочь «в лабиринте знаний» о современных пластмассах и химических волокнах. В настоящее время для решения проблемы замедления процессов деградации новых материалов создаются специальные программы дополнительного образования по изучению современных артефактов. Одна из таких программ осуществлена в Центре сохранения текстиля при университете Глазго. Она специализируется на предметах декоративно-прикладного искусства, моды и социальной истории, привлекая «богатые ресурсы *Kelvin Hall* — нового культурного центра Университета Глазго, где собраны музейные и архивные коллекции», при этом внимание хранителей и реставраторов обращается на то, что в отношении ожиданий относительно будущего экспонатов этой группы важно быть реалистами и задуматься о необходимости запечатлеть память об артефактах, «теряющих свою первоначальную функцию в материальном или эстетическом смысле»<sup>27</sup>.

Таким образом, сохранность химических волокон связана с внутренним строением материалов (степенью ориентации полимеров, длиной цепи, кристалличностью) и процессами их производства; при этом скорость деградации во многом определяется внешними факторами, такими как свет, температура, влажность, содержание кислорода в воздухе, биологическое воздействие. Проведенный анализ должен способствовать разработке методик консервации экспонатов с химическими волокнами, а также определить оптимальные реставрационные материалы и операции, которые помогут продлить срок их нахождения в музейных коллекциях.

## Примечания

1. Коулман Э. Э. Сохранение костюма // Международный журнал «Museum» (ЮНЕСКО). 1994. № 1 (179). С. 4 – 7.

2. Howard S. Working with synthetic fibres: the response of textile conservation to twentieth-century dress // *Textile Conservation: Advances in Practice* / ed. F. Lennard, P. Ewer. Published by Elsevier Ltd. 2010. P. 221 – 226.

3. Quye A. Modern Material Artefacts: a new postgraduate programme for a new era. — URL: <http://textileconservation.academicblogs.co.uk/modern-material-artefacts-a-new-postgraduate-programme-for-a-new-era/> (дата обращения 07.12.2024).

4. Quye A. Quality matters for historical plastics: the past-making of cellulose nitrates for future preservation // *From Bench to Brand and Back: The Co-Shaping of Materials and Chemists in the Twentieth Century* / P. Teissier, C. C. M. Mody, B. Van Tiggelen (eds.). Cahiers François Viète. Série III. No 2. 2017. P. 45 – 65.

5. Журавлева И. Д. Ткани. Обработка. Уход. Окраска. Аппликация. Батик. М.: ЭКСМО, 2005. — 176 с.; Кирюхин С. М., Шустов Ю. С. Текстильное материаловедение.

М.: КолосС, 2011. — 360 с.; *Неелов В. В.* Ткачество: от плетельных рам до многозевных машин. М.: Легпромбытиздат, 1986. — 175 с.; *Stanton A.* How Can We Finally Move Away From Synthetic Fabrics? — URL: <https://www.thegoodtrade.com/features/synthetic-fabric-plastic-pollution/> (дата обращения 21.11.2024).

6. *Беляева О. А.* Модификация вискозных волокон с целью снижения горючести: Дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06. Саратов, 2010. — 126 с.; *Виды синтетических тканей и их применение // Управление качеством.* 2016. №7. С. 27 – 33; *Robertson A.* Interpreting the woven devoré textile // *The future of the 20th century: Collecting, interpreting and conserving modern materials / C. Rogerson, P. Garside (eds.). AHRC RCTCTS Second Annual Conference, 2005, London, UK. Archetype Publications.* 2006. P. 18 – 23; *Stanton A.* How Can We Finally Move Away From Synthetic Fabrics? — URL: <https://www.thegoodtrade.com/features/synthetic-fabric-plastic-pollution/> (дата обращения 21.11.2024).

7. К читателям / ред. коллегия: А. А. Конкин (и. о. гл. редактора) и др. // *Химические волокна.* 1959. №1. С. 1 – 2.

8. *Сохачевская В. В.* Художественный текстиль: материаловедение и технология. М.: Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2014. – 126 с.

9. *Bechthold T.* Wet look in 1960s furniture design: degradation of polyurethane-coated textile carrier substrates // *The future of the 20th century...* P. 128 – 133.

10. *Уханова П.* «Искусственная» мода. Как синтетика стала новым стилем. — URL: <https://dzen.ru/a/Xv9OYOpA1Ntz808> (дата обращения 18.11.2024).

11. *Quye A.* Quality matters for historical plastics...

12. *Howard S.* Working with synthetic fibres...

13. *Quye A.* Quality matters for historical plastics...

14. *Quye A.* Factors influencing the stability of man-made fibers: A retrospective // *Polymer Degradation and Stability.* 2014. September. P. 210 – 218.

15. *Tímár-Balázs Á., Eastop D., Járó M.* Chemical principles of textile conservation. Oxford, 1998. — 480 p.

16. *Petzold L.* Early elastic threads and fibres in clothing // *The future of the 20th century...* P. 48 – 52; *Tímár-Balázs Á., Eastop D., Járó M.* Op. cit.

17. *Sinha M. K., Christie R. M., Shamey R.* The effect of acid dyes on the photodegradation of knitted conservation support net // *The future of the 20th century...* P. 92 – 99.

18. *Garside P., Brooks M. M.* Probing the microstructure of protein and polyamide fibres // *The future of the 20th century...* P. 67 – 71.

19. *Van Oosten T., Joosten I., Megens L.* Man-made fibres from polypropylene to works of art // *The future of the 20th century...* P. 61 – 66.

20. *Garside P., Lovett D.* Polyurethane foam: investigating the physical and chemical consequences of degradation // *The future of the 20th century...* P. 77 – 83.

21. *Пехташева Е. Л. и др.* Биоповреждения лубяных, искусственных и синтетических волокон / Е. Л. Пехташева, А. Н. Неверов, Г. Е. Заиков, В. И. Бутовецкая.

— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biopovrezhdeniya-lubyanyh-iskusstvennyh-i-sinteticheskikh-volokon/viewer> (дата обращения 27.11.2024).

22. *Nilsen L.* Sustainable textile art? — An investigation into flame-retardants // *News in Conservation*. 2013. April. P. 7 – 10.

23. *Smith R.* Television puppets from 1960s and 1970s: creation, materials and conservation // *The future of the 20th century...* P.137 – 138.

24. *Petzold L.* Op. cit.

25. *Van Oosten T., Joosten I., Megens L.* Op. cit.

26. *Petzold L.* Op. cit.

27. *Quye A.* Modern Material Artefacts...

1. *Koulman E. E.* Sohranenie kostyuma // *Mezhdunarodnyj zhurnal «Museum» (YUNESKO)*. 1994. № 1 (179). S. 4 – 7.

2. *Howard S.* Working with synthetic fibres: the response of textile conservation to twentieth-century dress // *Textile Conservation: Advances in Practice* / ed. F. Lennard, P. Ewer. Published by Elsevier Ltd. 2010. P. 221 – 226.

3. *Quye A.* Modern Material Artefacts: a new postgraduate programme for a new era. — URL: <http://textileconservation.academicblogs.co.uk/modern-material-arte-facts-a-new-postgraduate-programme-for-a-new-era/> (дата обращения 07.12.2024).

4. *Quye A.* Quality matters for historical plastics: the past-making of cellulose nitrates for future preservation // *From Bench to Brand and Back: The Co-Shaping of Materials and Chemists in the Twentieth Century* / P. Teissier, C. C. M. Mody, B. Van Tiggelen (eds.). Cahiers François Viète. Série III. No 2. 2017. R. 45 – 65.

5. *ZHuravleva I. D.* Tkani. Obrabotka. Uhod. Okraska. Applikaciya. Batik. M.: EKSMO, 2005. — 176 s.; *Kiryuhin S. M., SHustov YU. S.* Tekstil'noe materialovedenie. M.: KolosS, 2011. — 360 s.; *Neelov V. V.* Tkachestvo: ot pletel'nyh ram do mnogozevnyh mashin. M.: Legprombytizdat, 1986. — 175 s.; *Stanton A.* How Can We Finally Move Away From Synthetic Fabrics? — URL: <https://www.thegoodtrade.com/features/synthetic-fabric-plastic-pollution/> (дата обращения 21.11.2024).

6. *Belyaeva O. A.* Modifikaciya viskoznyh volokon s cel'yu snizheniya goryuchesti: Dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.17.06. Saratov, 2010. — 126 s.; *Vidy sinteticheskikh tkanej i ih primenenie* // *Upravlenie kachestvom*. 2016. №7. S. 27 – 33; *Robertson A.* Interpreting the woven devoré textile // *The future of the 20th century: Collecting, interpreting and conserving modern materials* / C. Rogerson, P. Garside (eds.). AHRC RCTCTS Second Annual Conference, 2005, London, UK. Archetype Publications. 2006. P. 18 – 23; *Stanton A.* How Can We Finally Move Away From Synthetic Fabrics? — URL: <https://www.thegoodtrade.com/features/synthetic-fabric-plastic-pollution/> (дата обращения 21.11.2024).

7. *K chitatelyam* / red. kollegiya: A. A. Konkin (i. o. gl. redaktora) i dr. // *Himicheskie volokna*. 1959. №1. S. 1 – 2.

8. *Sohachevskaya V. V.* Hudozhestvennyj tekstil': materialovedenie i tekhnologiya. M.: Gumanitarnyj izd. centr VLADOS, 2014. — 126 s.

9. *Bechthold T.* Wet look in 1960s furniture design: degradation of polyurethane-coated textile carrier substrates // *The future of the 20th century...* P. 128 – 133.
10. *Uhanova P.* «Iskusstvennaya» moda. Kak sintetika stala novym stilem. — URL: <https://dzen.ru/a/XvgOYOphA1Ntz808> (data obrashcheniya 18.11.2024).
11. *Quye A.* Quality matters for historical plastics...
12. *Howard S.* Working with synthetic fibres...
13. *Quye A.* Quality matters for historical plastics...
14. *Quye A.* Factors influencing the stability of man-made fibers: A retrospective // *Polymer Degradation and Stability.* 2014. September. P. 210 – 218.
15. *Tímár-Balázs Á., Eastop D., Járó M.* Chemical principles of textile conservation. Oxford, 1998. — 480 r.
16. *Petzold L.* Early elastic threads and fibres in clothing // *The future of the 20th century...* P. 48 – 52; *Tímár-Balázs Á., Eastop D., Járó M.* Op. cit.
17. *Sinha M. K., Christie R. M., Shamey R.* The effect of acid dyes on the photodegradation of knitted conservation support net // *The future of the 20th century...* P. 92 – 99.
18. *Garside P., Brooks M. M.* Probing the microstructure of protein and polyamide fibres // *The future of the 20th century...* P. 67 – 71.
19. *Van Oosten T., Joosten I., Megens L.* Man-made fibres from polypropylene to works of art // *The future of the 20th century...* P. 61 – 66.
20. *Garside P., Lovett D.* Polyurethane foam: investigating the physical and chemical consequences of degradation // *The future of the 20th century...* P. 77 – 83.
21. *Pekhtasheva E.L. i dr.* Biopovrezhdeniya lubyanyh, iskusstvennyh i sinteticheskikh volokon / E. L. Pekhtasheva, A. N. Neverov, G. E. Zaikov, V. I Butoveckaya. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biopovrezhdeniya-lubyanyh-iskusstvennyh-i-sinteticheskikh-volokon/viewer> (data obrashcheniya 27.11.2024).
22. *Nilsen L.* Sustainable textile art? — An investigation into flame-retardants // *News in Conservation.* 2013. April. P. 7 – 10.
23. *Smith R.* Television puppets from 1960s and 1970s: creation, materials and conservation // *The future of the 20th century...* P.137 – 138.
24. *Petzold L.* Op. cit.
25. *Van Oosten T., Joosten I., Megens L.* Op. cit.
26. *Petzold L.* Op. cit.
27. *Quye A.* Modern Material Artefacts...

## **Сведения об авторе**

Ермакова Нина Владимировна — кандидат исторических наук; ФГБНИУ «ГОСНИИР», ведущий специалист Отдела научной реставрации произведений прикладного искусства

*Российская Федерация, 107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1  
E-mail: nvl-ermakova@mail.ru*

Ermakova Nina V. — Candidate of Historical Sciences; The State Research Institute for Restoration, leading specialist of Department of Scientific Restoration of Works of Applied Art

*44-1, Gastello St., Moscow, 107014, Russian Federation  
E-mail: nvl-ermakova@mail.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 31.03.2025 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](mailto:journal@gosniir.ru)  
Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>